

# 自力式调节阀运行中存在的问题及对策

陆应海

(杭州富尚阀门有限公司 浙江 富阳 311400)

**摘要:**自力式调节阀作为一种不需要外部动力源,仅依靠介质本身的压力、温度和流量变化进行自动调节,综合了介质参数测量、控制与定量控制为一体的仪表,被广泛应用于石油工业、供暖系统和工业压力控制等领域。其工作运行状况是否稳定将直接影响到整个系统的质量与安全,因此有必要对自力式调节阀运行中存在的问题进行分析整理,并采取相应的对策予以治理,以期提高自力式调节阀的运行可靠性。

**关键词:**自力式调节阀;存在问题;对策

## 0 引言

与手动控制阀相比,自力式控制阀具有自动调节的优点。与电动控制阀相比,自力式控制阀不需要外部电源,非常适用于偏远分散缺乏电源气源、无需留人值守且维护工作量小,对偏差精度要求不高的工况环境。以城市热水供暖系统为例,合理使用自力式调节阀能够轻易地实现管道系统中流量的分配,实现供暖系统的动态平衡,降低设备调试工作,稳定水泵的工作状态,实现供暖系统的经济效益最大化,所以自力式调节阀在城市热水供暖系统中应用前景广泛。

## 1 工作原理

### 1.1 自力式调节阀种类

自力式调节阀的分类方式有:根据执行机构的形式可分为隔膜式和活塞式;根据阀座的形式可分为单座式、双座式和套筒式;根据不同的控制参数,可分为压力(差压)调节阀、温度调节阀、流量调节阀和液位调节阀;根据作用方式的不同可分为直接作用式和指挥器作用式两种。直接作用式调节阀通过自身压力或压差驱动执行机构,从而作用于阀门,结构简单,操作方便。带指挥器调节阀采用先导阀结构设计,阀后压力作为动力源,阀后压力引入指挥器膜片上,控制指挥器阀芯位置,改变流经指挥器阀芯的介质压力和流量,保持阀后端压力准确恒定。与直动式调节阀相比,带指挥器的调节阀具有更高的调节精度,更适合大直径、大流量的工艺环境。

### 1.2 自力式调节阀原理

#### 1.2.1 自力式压力调节阀原理

管道介质流经调节阀阀座后产生的压力称为阀后压力,阀后压力通过连接在阀后的管线将压力作用到调节阀上端腔室内的顶部托盘上,产生与托盘下方弹簧的弹力形成一对相互作用力,而弹簧的弹力又控制影响着阀门阀芯

的开度大小,从而实现调节阀控制阀后压力的目的。随着阀后压力的增大,弹簧受压变形带动阀芯开度变小,流体介质流阻变大,阀后压力随之降低,直至阀后压力与托盘下方的弹簧弹力趋于平衡,从而达到调节压力的目的。同理,当阀后压力降低,弹簧弹力大于阀后压力,弹簧会带动阀芯开度增大,介质流体流阻变小压力增大,再次驱使阀后压力与弹簧弹力逐步趋近于平衡状态。通过调整弹簧螺母,压紧弹簧,带动调节阀上端腔体内膜片与阀杆的下移,进而降低阀座流通截面大小,可以实现调节阀压力降低的目的。相反,通过调松弹簧膜片,使腔体内的托盘膜片与阀杆上移,促使阀座内流体截面增大,可实现提高调节阀阀后压力的目的。当阀后调压阀下游压力变小时,调节阀腔体内的上腔压力随之变小,下腔压力大于上腔压力,推动腔体内膜片上移,膜片带动阀杆阀芯,调节阀开度变大,阀后流体增大压力升高。阀后压力升高后,由于下腔压力不变,膜片会带动阀杆阀芯向下移动,调节阀开度变小,阀后压力又逐渐降低。由于腔内的压力是不断变化的,因此腔体内的膜片也会反复移动,并且阀杆、阀芯与阀座的磨损频率较多,阀门故障率因此升高,维护量随之增加。

#### 1.2.2 自力式液位调节阀原理

自力式液位调节阀还被称作浮子液面调节器,分为进口控制和出口控制两种。以进口控制式液位调节阀(见图)为例,调节阀进口容器中的浮球与调节阀的阀杆通过连接杆相连接,随着容器中液位高度的不同,浮球通过连杆调节阀体开度大小。随着介质流量的缩减,储存液体的容器液位会增高,表明阀前进液量高于阀后出液量,浮球上升,浮球连杆带动调节阀阀杆,阀门开度变小;相反,当液位降低时,浮球带动连杆将阀门开度调大至进出液量相等平衡时,液位稳定,调节结束。出口控制原理与进口控制原理相同,但阀芯安装相反。在这里,浮球是系统的检测元件,连杆机构是一个简单的调节器,阀门是构成完整液位自动控制系统的最终执行器。线性阀的流量和百分比是可

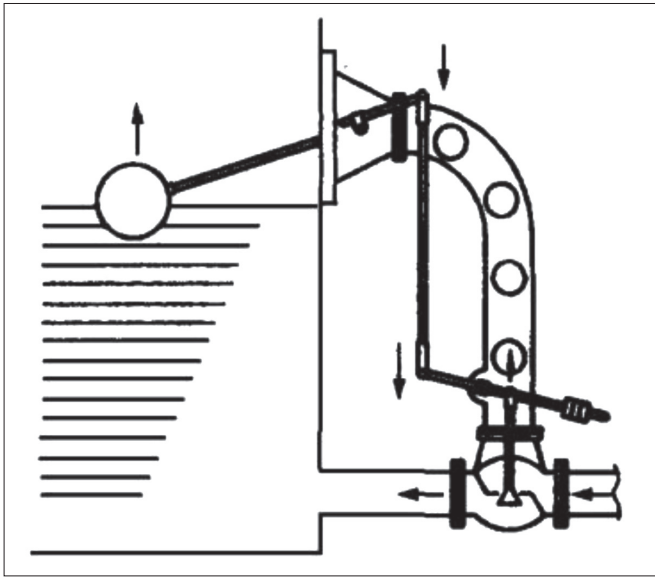


图 进口控制式自力式液位调节阀

选的。阀体有两种类型：直通式和角式。

### 1.2.3 自力式温度调节阀的工作原理

自力式温度调节阀的工作原理主要是利用温包内液体的热胀冷缩原理来实现调节阀的自我控制。当流体介质温度升高时，温包内的工作液体体积将急速膨胀，进而带动容器内的压力增大，压力推动波纹管向上移动，波纹管推动阀芯接近阀座，阀门关小迫使介质温度靠拢向预设值，阀芯维持一个新的平衡，阀芯移动的比例大小与被测温度有着密切的关系，形成一定的比例调节特性。自力式调节阀分为两种形式：温升阀开启和温升阀关闭。前者为 K 型，通常用于温度冷却调节；后者为 B 型，通常用于温度加热调节。

### 1.2.4 自力式流量调节阀的工作原理

自力式流量调节阀又称恒流调节阀或流量限制器，具有恒流调节功能。它是一种由差压控制装置和流量调节装置组成的调节阀。其工作原理是：利用压差控制装置调节流量调节器前后的压差。当阀门前后的压差大于恒流启动值时，通过阀门的流量将不再随阀门前后的压差而变化。在压差控制器的调节范围内，阀门中某一阀芯开度的介质流量会自动保持恒定状态，流量的变化可以通过调节阀芯开度来完成，无需注意阀门前后的压力。这种阀门常用于城市集中供热和中央空调的循环水系统。

## 2 自力式调节阀的特点

### 2.1 设备价格低廉，运行成本较低，结构简单，操作安装简便

设备驱动不需要外部电源供给等辅助能源，仅依靠管道输送的介质的压力、温度和流量等属性，即可完成管道的控制调节，其适应范围广泛，多应用于钢管密布、环境潮湿的管网中，若采用其他方式进行管网调节，不仅需要

电源或压缩空气作为动力驱动，同时管网结构将更加复杂，且给后期运行带来不便，维护成本也将大大增加，同时安全可靠性也无法保障。

### 2.2 自力式调节阀运行稳定可靠

自力式调节阀通过各种控制要素如信号采集、放大、输出、控制和执行融为一体，通过利用流体力学和气动原理，利用简单的结构装置完成整个的阀门调节控制过程，并且稳定可靠。例如，为了控制管道中介质的温度，温度型自力阀直接将介质的热能转化为力能，放大后再控制主阀。无需先将热能转化为电能，再转化为机械能来控制主阀，无需电控仪表和二次能源。另一个例子是，压力控制采用自力式阀门，只要压力变化信号直接发送到阀门就可以对其进行控制。其他方法往往需要多层次或多种形式的能量转换来达到控制的目的。

### 2.3 自力式调节阀结构稳定，密封性好

阀体结构中的信号、传动部件与主阀相互独立密封，不会像其他控制设备一样出现因内部零件磨损偏移而出现的滴、冒、漏现象。

## 3 自力式调节阀存在的问题及措施

### 3.1 卡堵

卡堵是自力式控制阀的常见问题。堵塞的原因主要是在设备新运行或维护的初始阶段未仔细对管道进行吹扫，导致节流和导向部件处管道内的焊渣、铁锈等杂质堵塞，造成管道介质流动不良，或在控制阀的维护过程中，填料过紧导致摩擦增加，出现小信号不动作，大信号过度动作的现象。针对卡堵问题，通常有以下几种治理方式。

(1) 拆除清洁，对于杂质或异物在调节阀堵塞较为严重的情况，需及时进行对调节阀拆除清渣，如果阀座密封圈损坏的还需要及时研磨或更换，完成调节阀的处理和按照后，需待介质稳定后再将调节阀投入使用。

(2) 利用外部气体或蒸汽阀直接吹洗沉积在节流孔或导向部分堵塞物，该方法通常在处理堵塞物较少时使用，其优点是从不需拆卸阀门，但对于堵塞较为严实或颗粒物较大时不适用。

(3) 加装阀前过滤器，工艺或设计需要对管道小口径调整时，尤其是微型流量调节阀，由于其流间距较窄，容易引起堵塞，因此可以在调节阀前通过安装过滤器的方式，减少管道中较大颗粒物杂质对调节阀的影响，保障管道介质的流通顺畅，定位器中的控制阀不工作，通常也是由于输送气压的断开堵塞所导致。

(4) 如果由于介质中的固体颗粒或管道中清除的焊渣、铁锈等孔口堵塞或堵塞而发生故障，则节流孔大的节流孔（节流孔区域是窗、开口类阀杆、套筒，不是圆形分布）可以很容易地解决问题，对于单片和双片阀，可以将柱塞阀更改为“V”端口或套筒阀等。

(5) 介质冲刷法利用介质本身的冲刷能量,冲刷并带走易沉淀和堵塞的物质,以提高阀门的防堵塞功能。常用的方法有:改为流闭式;采用流线型阀体;将油门置于侵蚀最严重的位置。使用此方法时,注意提高节气门零件的耐腐蚀性。

(6) 将直通法改为角向法:直通为倒S流,流动路径复杂,上下空腔中有许多死区,为介质沉积提供了场所,对于角连接法,介质通过90°弯头流动,冲刷性能好,死区少,易于设计成流线。

(7) 反复旋转阀杆,在外部信号压力下,在介质流体的冲刷和阀芯的推摩作用下,促进堵塞物的清理。

### 3.2 泄漏

阀门泄漏和阀杆长度不当。气开时,阀杆过长,阀杆上(下)距离不够,导致阀芯与阀座之间有间隙,关闭不当导致内部泄漏。同样,气关时,阀杆太短,导致阀芯和阀座之间存在间隙,引起关闭松动和内部泄漏。其解决方案为:缩短(或延长)适合调节的调节阀杆的长度,使阀芯和阀座完全接触和密封,使其不再泄漏。

填料泄漏填料装入填料函后,通过压盖向其施加轴向压力,由于填料的可塑性,它会产生径向力,并与阀杆接触,由于接触不均匀,有些零件的接触紧密度不同,有些零件甚至没有接触,因此阀杆和填料之间存在间隙。在使用过程中,由于高温、高压和高渗透性流体介质的影响,填料函已成为泄漏较多的地方,其中,泄漏的主要原因是界面泄漏。对于纺织填料,也会发生泄漏(如压力介质会沿着填料纤维之间的小间隙向外泄漏)。阀杆和填料之间的界面泄漏是由填料接触压力的逐渐衰减和填料本身的老化引起的。此时,压力介质将沿着填料和阀杆之间的接触间隙向外泄漏。其解决方法为:先将填料函顶部倒角,然后在填料函底部放置一个精加工、耐腐蚀、端面平整且密封良好的金属保护环,然后选择柔性石墨填料。填料压盖的密封性适当,可有效保护阀杆,提高填料函填料的密封性能,从而减少事故隐患。

阀芯、阀座变形泄漏阀芯、阀座泄漏:主要是由于调节阀在铸造工艺及材料选择上存在缺陷,再加上腐蚀介质的冲蚀的作用,以及流体中杂质的沉积,导致导压阀关闭不严泄漏。如酸性含杂质气体在通过调节阀时,便会对阀芯、阀座产生冲蚀作用,致使阀芯、阀座产生坑蚀变形,导致密封度不足,发生泄漏。其解决方法为:清洗调节阀、把好产品质量关,使用耐腐蚀材料,杜绝使用假冒伪劣商品。对于阀芯、阀座变形不太严重的,可通过研磨消除痕迹,以提高密封性能,若变形较为严重,无法修复的,则应替换新的阀门。

### 3.3 振荡

振荡产生的主要原因包括:

(1) 调节阀弹簧刚度不足,调节阀输出信号不稳定,

导致调节阀振荡;

(2) 阀门选择的频率与系统频率相同,导致共振;

(3) 类型选择不当,调节阀在小开度工作时,流动阻力大,流量大,压力不稳定,当超过阀门刚度时,稳定性变差,严重时会出现振荡。

解决方案如下:

(1) 更换具有适当刚度的弹簧,或使用活塞执行器,管道和基础的剧烈振动可以通过增加支座来消除振动干扰;

(2) 更换不同结构的阀门,改变其工作频率,避免共振;

(3) 应重新选择调节阀,以确保在小开口工作时无振动,或采用分程控制或子母阀,以克服在小开口工作时调节阀的振动。

### 3.4 阀门定位器故障

阀门定位器一般采用机械力平衡的工作原理,主要故障形式有:可移动部件多,易受压力、温度波动和振动的影响,导致调节阀波动。喷嘴挡板结构由于喷嘴孔很小,容易被灰尘或不干净的气源堵塞,使定位器无法正常工作;由于力的平衡原理,弹簧的弹性系数在不良位置发生变化,导致调节阀非线性,控制质量下降;等等。

## 4 结语

自力式调节阀最大的特点是可以在没有电和气的地方工作。它不需要配备供气管道和电缆,既方便又节能。在适当的场合选择它是一个非常划算的选择。通过对自力式调节阀机械故障的分析和解决,降低了自力式调节阀的检修率,提高了自力式调节阀的运行周期,降低了机械设备的损坏程度和机械设备的维修成本,从而实现加工工艺和生产计划管理均衡的目地。希望通过自力式调节阀故障原因及对策的分析,使自力式调节阀达到更好的控制效果和更高的可靠性,从而进一步扩大其应用范围。相信在适当的工况下选择和使用自力式调节阀,可以为用户节省可观的投资成本和维护成本。

### 参考文献:

- [1] 周剑. 自力式调节阀的选择[J]. 石油化工自动化, 2006(03): 89-92.
- [2] 田志定, 徐力. 自力式调节阀在舰船中央冷却系统中的应用研究[J]. 船舶与海洋工程, 2013(02): 44-46.
- [3] 率冉冉, 董永武, 范路芳. 自力式压力调节阀工作原理及其在石油工程中的应用[J]. 石化技术, 2015, 22(10): 64-65.
- [4] 李占东. 自力式燃气调压阀的结构原理和常见故障[J]. 设备管理与维修, 2019(12): 68-69.