

天然气管道球阀的维护及故障排除技术

朱喜平

(中国石油天然气管道局秦皇岛输油气公司)

朱喜平.天然气管道球阀的维护及故障排除技术.天然气工业,2005;25(7):102~104

摘要 随着天然气管道事业的发展,球阀应用日益广泛。和其他截断阀相比,球阀结构简单,启闭迅速,流体阻力小,密封性能好,寿命长,可靠性高。但是由于运输、安装、操作、保养和管理不善,造成阀门外部损伤和内漏的情况也时有发生,这不仅会对企业造成巨大的经济损失,同时还可能严重影响管道的安全运行。为此,在介绍天然气管道球阀基本结构的基础上,着重从14个方面对天然气管道球阀从施工期到运行期维护和管理技术做了全面的论述;对天然气管道球阀常出现的内漏和阀杆泄漏原因以及球阀操作异常的原因进行了探讨和分析,并对每一种故障提出了相应的解决方案;最后对天然气管道球阀的维护和保养提出了7条建议。

主题词 天然气 管道 球阀 维护 故障 排除

一、管道球阀的基本组成及工作原理

1. 基本结构组成

一般天然气管道用球阀主要是由阀体、阀座、球体、阀杆及传动装置组成。球阀的主要功能是接通和切断管道中流体的通道,球阀是通过传动装置让球体旋转90°来实现开、关功能的。

常用的天然气管道球阀主要有浮动球结构和固定球结构两大类。①浮动式球阀的球体是可以浮动的,在天然气压力的作用下,球体将被紧紧压到出口侧的密封圈上,这是将形成单密封,阀前阀座的密封不能保证。这种结构的球阀特点是结构简单、单侧密封性能好,但其密封面承受的压力较大,故启闭力矩大。②而固定式结构球阀的球体具有上、下转轴,下部转轴被固定在阀体下部的轴承上,上部与阀杆相连。球体可沿与阀门通道垂直的轴线转动,不能像浮动结构球阀一样球体可以侧向移动。因此,固定球球阀工作时,阀前流体的压力只传给轴承和阀杆,不会对阀座造成压力,所以固定球阀转矩小,阀座变形小,密封性能稳定,使用寿命长。固定球阀的阀座是浮动的,浮动阀座借助阀座后弹簧的压力和天然气的压力压紧球体,从而实现密封。

2. 球阀的阀座结构

国内天然气管道最常用的球阀有CAMERON球阀、GROVE球阀、上海詹姆斯·莱来斯球阀、自贡球阀等,最常用的阀座结构有以下几种形式。

(1)普通阀座

普通阀座一般用在直径等于小于200 mm浮动阀座的球阀上^[1]。普通阀座主要是在预紧力或流体的压力作用下,阀座与球体压紧,并使阀座材料产生塑性变形而达到密封,其密封效果取决于阀座在流体的作用下或预紧力的作用下,能够补偿球体不圆度和表面微观不平度的程度。这种阀座结构简单,加工制造方便,应用较为普遍。

(2)弹性阀座

弹性阀座形式相对较多,但天然气管线上常用的有螺旋弹簧组阀座和碟形弹簧阀座,这两种阀座都是靠弹簧的弹力和流体的压力将阀座推向球体,从而达到密封。这两种阀座有很好的双向密封能力和良好的弹性补偿能力,但对于螺旋弹簧组阀座来说,每一支弹簧的刚度很难做到一致,以致阀座受力不均,影响阀门的密封性能。相比之下,碟形弹簧的结构简单、紧凑、加工方便,且受力均匀。因此应用相当广泛。

(3)旋转阀座

球阀在打开瞬间或关闭终了前,球体与阀座之间形成月牙形的狭窄通道,于是天然气被节流而呈高速湍流湍流状态,经常导致阀座被冲蚀而发生内漏。旋转阀座的主要特点是阀门在启闭过程中,阀座可沿通道的轴线作旋转运动,通过开关阀门使阀座旋转,可使阀座沿圆周方向均匀磨损,改善工作状况,延长使用寿命。

作者简介 朱喜平,1974年生,工程师;1998年毕业于原西安石油学院机械系,现在中国石油大学(北京)攻读硕士学位;1998年至今,在陕京管线北京部从事工艺设备维护和管理工作。地址:(066000)河北省秦皇岛市海港区文化路330号。电话:(0335)3856622,13051519186。E-mail:qhdxp@tom.com

二、天然气管道常用球阀驱动装置

驱动装置据动力源的类别可分为:手动、气动、液动和电动驱动装置等4种形式。天然气站场应用最多的是电动执行机构,目前国内常用且性能优良的电动执行器有 ROTORK 执行器和 BIFFE 执行器。电动球阀有启动转矩大、启动迅速,对大口径阀门这一特点尤为突出。电动球阀适合于远程控制,电动球阀在现场能够以电动和手动两种方式进行开、关操作。

气液联动装置应用日益增多,目前常用的有旋转叶片式和拨叉式气液联动装置。旋转叶片式气液联动执行机构是利用管道内的高压气体通过液压油推动密闭油缸内的旋转叶片直接带动阀门轴杆转,结构简单轻巧。拨叉式气液联动执行机构是利用管道内的高压气体通过液压油推动活塞往复运动再通过拨叉转换成阀门旋转运动,结构较复杂,外形尺寸较大。

三、管道球阀的维护和管理技术

1. 施工期的维护和管理

在施工期对球阀进行科学的管理和维护,是非常重要的,在施工期对设备管理到位,维护科学,不但可以保证安全,而且可以大大降低施工和运行管理期的费用。主要应注意以下方面:①要采用正确的方法装卸阀门,避免阀门受到机械损伤。吊装阀门时,吊装带不能拴在阀杆或执行器上进行吊装,否则将造成阀杆弯曲、阀径密封失效以及齿轮箱遭到破坏;②在出厂前,要在阀门两端加装简易盲板,避免在运输的过程中和工地上有水、砂子等杂质进入阀腔,对密封造成腐蚀和损伤;③在施工现场,阀门最好整齐的摆放在枕木上,不要随地摆放,避免排污嘴、注脂嘴等被损坏或折断;④在安装前,必须对阀门进行注润滑脂。通过注润滑脂一方面检查注脂通道是否畅通,另一方面要将阀座密封面和后腔注满,避免杂质进入密封面和后腔,同时在一定程度上可减弱焊接高温对阀座的损伤;⑤在安装的全过程要保持阀门在全开位;⑥当焊接完毕和做完水压实验以及每次操作前后,要及时的补入一定量的润滑脂;⑦做完水压实验后,要将阀腔里的水及时排干净,防止锈蚀和结冰。

2. 运行过程中日常的维护和保养建议

①周期性的检查阀门的密封性,通过排污嘴来检查,如果有内漏,按内漏处理程序进行处理;②适时地向阀座注入一定量的新鲜润滑脂,注入的量和频率依照阀门活动频繁程度而定,一般当阀门活动一次后,要适量注入润滑脂,每次注入量大概为密封

系统容积的 $1/8$,这样做的目的是最大程度的避免管道内的杂质进入阀座后腔,影响阀座运动,从而导致密封失效,同时保证密封面时刻处于“湿润”状态;③对很少活动的阀门,每年最少活动1次,同时注入适量的润滑脂,这样做可以避免球体和阀座胶合,同时也可以避免球体活动时地干磨,保护阀座和球体;④入冬前对球阀进行全面维护和保养,重点要排掉阀腔内和执行机构内的水,避免冬天冻结,影响正常功能;⑤每年更换1次齿轮传动机构内的润滑脂;⑥定期检查阀径密封,一旦出现外漏,要及时处理;⑦清除锈蚀,对外部进行维护。

四、常见故障及排除方法

1. 球阀内漏

球阀内漏是天然气管道球阀最常见的问题。

(1) 球阀内漏的原因

1) 施工期造成阀门内漏的原因:①运输和吊装不当引起阀门的整体损伤从而造成阀门内漏;②出厂时,打完水压没有对阀门进行干燥处理和防腐处理,造成密封面锈蚀形成内漏;③施工现场保护不到位,阀门两端没有加装盲板,雨水、砂子等杂质进入阀座,造成泄漏;④安装时,没有对阀座注入润滑脂,造成杂质进入阀座后部,或焊接时烧伤引起内漏;⑤阀没有在全开位进行安装,造成球体损伤,在焊接时,如果阀不在全开位,焊接飞溅物将造成球体损伤,当附有焊接飞溅物的球体在开关时进一步将造成阀座损伤,从而导致内漏;⑥焊渣等施工遗留物造成密封面划伤;⑦出厂或安装时限位不准确造成泄漏,如果阀杆驱动套或其他附件与之装配角度错位,阀门将泄漏。

2) 运行期造成阀门内漏的原因:①最常见的原因是运营管理者考虑到较为昂贵的维护费用对阀门不进行维护,或缺乏科学的阀门管理和维护办法对阀门不进行预防性维护,造成设备提前出现故障;②操作不当或没有按照维护程序进行维护造成内漏;③在正常操作时,施工遗留物划伤密封面,造成内漏;④清管不当造成密封面损伤造成内漏;⑤长期不保养或不活动阀门,造成阀座和球体抱死,在开关阀门时造成密封损伤形成内漏;⑥阀门开关不到位造成内漏,任何球阀无论开、关位,一般倾斜 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 就可能引起泄漏^[2];⑦许多大口径球阀大都有阀杆止动块,如果使用时间长,由于锈蚀等原因在阀杆和阀杆止动块间将会堆积铁锈、灰尘、油漆等杂物,这些杂物将造成阀门无法旋转到位而引起泄漏——如果阀门是埋地的,加长阀杆会产生并落下更多的锈蚀和杂质妨碍阀球旋转到位,引起阀门泄漏;⑧一般

的执行机构也有限位,如果长期造成锈蚀,润滑脂硬化或限位螺栓松动将使限位不准确,造成内漏;⑨电动执行机构的阀位设定靠前,没有关到位造成内漏;⑩缺乏周期性的维护和保养,造成密封脂变干、变硬,变干的密封脂堆积在弹性阀座后,阻碍阀座运动,造成密封失效。

(2)内漏的判断方法

天然气管线上常用的是固定轴球阀,其一般的检查方法是:将阀门转动到全开或全关位,通过阀体排污嘴的排放检查是否有泄露。如果可以排干净,则证明密封良好。如果始终有压力排出,则可以认为阀门泄漏了,这时要对阀门进行相应的处理。但要特别强调的是对于 GROVE B-5 和 B-7A 型球阀、PBV 球阀、ROBERT CORT 球阀只能在全关位进行检查,因为这类球阀在阀体上开了一个通道,当全开位时,用以平衡管线和阀腔的压力。但当全关位时,不会出现这种情况。

(3)内漏的处理程序

①首先检查阀门的限位,看是否通过调整限位能解决阀门的内漏。②先注入一定量的润滑脂看是否能止漏,这时注入速度一定要慢,同时观察注脂枪出口压力表指针的变化来确定阀门的内漏情况。③如果不能止漏,有可能是早期注入的密封脂变硬或密封面损坏造成内漏。建议这时注入阀门清洗液,对阀门的密封面以及阀座进行清洗。一般最少浸泡半小时,如果有必要可以浸泡几小时甚至几天,待固化物全部溶解后再做下一步处理。在这一过程中最好能开关活动阀门几次。④重新注入润滑脂,间断的开、关阀门,将杂质排出阀座后腔和密封面。⑤在全关位进行检查,如果仍有泄漏,应注入加强级密封脂,同时打开阀腔进行放空,这样可以产生大的压差,有助于密封,一般情况下,通过注入加强级密封脂内漏可以消除。⑥如果仍然有内漏,就要对阀门进行维修或更换。

2. 阀杆泄漏

大多数球阀的阀杆上设有上、下两道密封,在一般情况下,可以不做任何维护,但由于长时间磨损或老化,在阀杆处有可能造成泄漏。对于有注入口的阀杆,可以通过注入密封脂来达到临时止漏的目的。加注密封脂应该缓慢,最好用手动注脂枪。当泄漏停止时,就应停止加注,加注量过多会引起阀杆转动困难。当然,有的阀杆处根据结构可以通过注入密封填料或压紧填料压盖来达到密封。

3. 球阀操作异常

1)球阀长时间不进行保养和活动,阀座会可能与球抱死,这种情况操作阀门比较费力甚至操作不

动,这时最好注入一定量的清洗液浸泡一段时间然后进行操作。

2)管线里的垃圾、沙子、灰尘或老化、硬化密封脂堆积在阀座环周围并且影响阀座动作,造成阀座环卡死,引起阀座与球间的泄漏。通常向阀门注入清洗液来除去杂质。

3)当天然气中含水量较高时,在运输的过程随着环境的变化,会出现凝析水。阀门中的水会存在阀门的最低点,这通常会下枢轴或球阀阀体下部,在温度较低寒冷情况下结冰,造成阀门开、关不动。

4)在处理阀杆泄漏时,压紧螺丝上的太紧造成开关困难,压紧螺丝不应过松或过紧。

5)对于通过涡轮、蜗杆啮合传动来操作的球阀还可能有以下原因:①轮齿磨损严重或折断,造成无法正常啮合;②蜗杆上的安全销折断;③蜗杆或蜗轮上的轴承损坏;④涡轮、蜗杆的润滑不好,用于这些地方的润滑脂通常为石油基的,会被水污染,在寒冷天气,这些水可结冰,使阀门无法操作。如果出现这种情况,拆开齿轮箱去除所有的冰、水和受污染的润滑脂,并重新涂上新润滑脂——如果特别寒冷,最好使用低温润滑脂,如乙醇基的润滑脂;⑤齿轮箱和阀体相连的螺栓有松动或被剪断;⑥电动头故障,没有电源、接线或设置错误等。

6)对于气液联动的球阀还可能有以下原因:①气路、油路可能堵塞或管路限速阀处于关闭状态;②气源压力不足;③液压缸或旋部件密封故障;④压差等原因造成扭矩过大。

五、结束语

为提高阀门的可靠度、延长阀门使用寿命,做好早期的尤其是施工期和投产期的维护和监管工作非常重要。为此建议:①加强设备出厂前维护的监督工作以及运输过程中的监管工作;②加强设备现场安装前的维护、保养以及安装过程的监理工作;③安装前,一定要进行水压实验,及早发现问题,及早处理;④改变观念,进行预防性维护管理,制定周期性维护计划并严格实施;⑤加强专业培训,提高专业维护人员素质,做到维护保养科学、规范和安全;⑥建立和完善设备出厂、运输、安装、试验、使用的维护、保养台帐,为以后的管理工作做好原始资料的记录和积累;⑦进行不断摸索,建立相关的、科学的维护程序和检验标准。

参 考 文 献

- 1 章华友,陈元芳等.球阀设计与选用.北京:北京科学技术出版社,1994

(修改回稿日期 2005-05-23 编辑 居维清)