

天然气管道球阀的结构特点及使用中需要注意的问题

中国石油天然气管道局秦皇岛输油(气)公司

朱喜平

摘要: 文章着重对天然气管道球阀基本结构和组成、阀座结构特点和种类、注脂嘴的结构特点以及球阀的密封原理进行了研究和分析,结合实际对天然气管道球阀的维护和使用提出了需要注意的问题。

关键词: 天然气 管道球阀 结构特点 使用

0 前言

随着中国长期高速的经济增长对能源的需求,天然气的需求量逐年在增大。西气东输工程的启动大大拉动了中国天然气管道业和城市燃气的发展,我国天然气管道建设水平逐渐向国际先进水平靠拢,向着长距离、大口径、高压力和高度自动化网络管理的方向发展。随着管道业的发展,天然气管道球阀应用也越来越广泛,目前国内长输天然气管道中进口球阀占较大的比重,只有很好地掌握其结构特点,密封原理,才能科学地使用和维护,保证其安全可靠工作。本文在结合现场实际的基础上,对进口管道球阀从结构、密封原理以及使用情况等方面进行研究、分析和总结。

1 天然气管道球阀的基本结构特点

1.1 基本结构

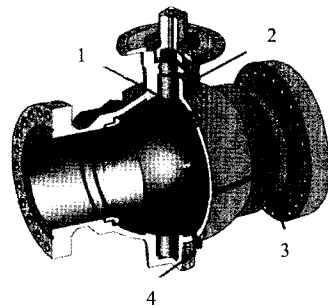
一般天然气管道用球阀主要是由阀体、阀座、球体、阀杆及传动装置组成。

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。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,这时将形成单密封,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。

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,固定式球阀工作时,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。

1.2 球阀的外部构件



1—阀体丝堵 2—阀杆注脂接头
3—阀座注脂接头 4—阀体泄压口或排污口

图1 球阀外部构件

1.3 球阀阀体的结构设计特点

目前常用管道球阀的阀体主要有以下四种结构:

(1)全焊接阀体:埋地管线和大陆架管线最常使用的是全焊接球阀。这种阀门的特点是:外形为球形,球体和端盖之间没有任何螺栓、螺母作为连接。

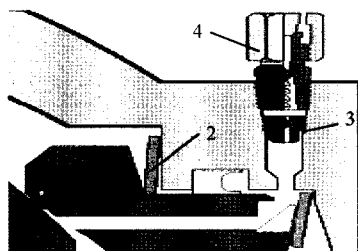
(2)两段式螺栓连接阀体:小球径球阀最普遍的类型是两段式螺栓连接阀体。其典型特点:球体和端盖之间是以球体左边的螺栓、螺母作为连接的。

(3)三段式螺栓连接阀体:三段式螺栓连接阀体设计有便于维修等优点。

(4)顶装式阀体:顶装式阀体是一种较新的球阀类型,特点是:有可拆卸的阀盖。管线泄压后不需要拆卸阀门,只要拆卸阀盖即可。这种设计方便了球体或阀座的替换。

1.4 球阀阀座密封系统的结构特点

常见的有固定阀座和旋转阀座,旋转阀座的生产厂家较少,目前常用的是Cameron 31型球阀。



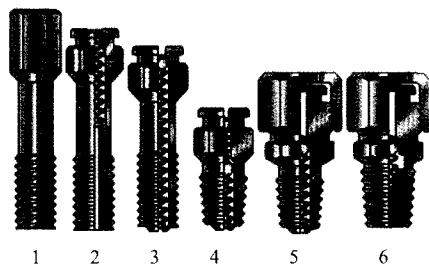
1—阀座以及阀座软密封和穿过阀座的细小通道
2—阀座弹簧 3—带有止回阀的外部注脂接头
4—独立的内部止回阀

图2 球阀阀座密封系统

注脂作业时,密封脂先后进入注脂孔、内部止回阀并填满密封圈后座的腔体。当密封圈后座的腔体充满密封脂后,密封脂开始填充环绕密封圈的小通道。

1.5 注脂嘴及其结构特点

注脂接头是球阀上非常重要外部构件,注脂嘴主要配备有弹簧配件和单向止回阀。通过密封注脂嘴可向管线阀门的密封面定期注入润滑脂,实现阀门的内部维护和保养以及应急情况下注入密封脂实现密封。常用注脂嘴的类型如图3。



1—柱塞螺帽式注脂接头 2—两片式注脂接头
3—单片式注脂接头 4—单片式双向阀注脂接头
5—盖帽式单向阀注脂接头 6—FLOW WOLF式注脂接头

图3 注脂嘴种类

柱塞螺帽式注脂接头通过将粘性密封脂推进以达到润滑和密封的功能。

两片式注脂接头是通过增加平顶接头而做的改进,并采用NPS螺纹。

单片式注脂接头是旋塞阀配件中典型的配件,球阀上应用很少。

单片式双止回阀是球阀配件中典型的配件。该配件具有阀座密封功能和阀杆密封功能。它既可以是单止回阀也可以是双止回阀,采用NPT螺纹或公制螺纹。

盖帽式单向阀的注脂接头具有广泛的使用范围,既适用于标准阀门也适用于非标准阀门。它是球阀和闸阀的典型配件,具有阀座密封功能和阀杆密封功能。它采用NPT螺纹或公制螺纹。

FLOW WOLF式注脂接头一般用于球阀,它采用NPT螺纹。标准的FLOW WOLF注脂接头采用单片单向止回阀结构,阀帽经过适当紧固可以提供额外的密封功能以防止泄漏的发生。通过阀帽放空孔是否有放空发生,阀门维护人员可判断内置止回阀是否有泄漏发生。

2 管道球阀的密封原理与特点

在天然气管道上用的基本上都是固定式球阀,所有固定轴式球阀通常有两种阀座设计。一种是下游阀座自泄放式设计,另一种为双活塞效应(DPE)的设计。无论是下游自泄放还是双活塞效应的球阀都具有双向密封功能。

2.1 下游自泄放设计的原理和特点

下游自泄放设计主要是考虑阀体的安全问题。地面上的球阀在关闭状态下,保留在阀腔中的气体当太阳直射到阀体上时将会膨胀。膨胀气体必须被泄放,否则将存在阀体破裂的风险。这是许多阀门使用下游自泄放的设计的原因。

阀门处于关闭状态时,管线压力作用在上游阀座环的外表面,使阀座环紧靠在球体上。当阀门密封件磨损时,介质从上游阀座泄漏到阀腔中。当阀腔内的压力超出下游管线压力1.4 MPa时,下游阀座将脱离球体使阀腔的压力向阀门的下游泄放。

2.2 双活塞效应设计结构的原理和特点

双活塞效应设计的球阀用在下游密封要求非常高的地方，常用的 Grove B-5 球阀就是采用双活塞效应设计。近几年许多阀门生产制造商都开始使用类似于双密封的球阀设计结构。

正常情况下，压力作用于阀座密封圈末端的外侧，这种力将迫使阀座密封圈向阀体靠近挤压，从而在阀座密封圈和阀体之间形成密封。

如果阀座发生泄漏，压力将直接进入阀体内部，该压力作用于阀座密封圈上游密封面的内侧并紧紧挤压阀座密封圈上部。同时这种力将迫使阀座密封圈向阀体靠近挤压，从而在阀座密封圈和阀体之间形成有效的密封。

由于该种结构没有自动泄压作用，出于安全考虑必须在阀体中腔装泄压装置，防止阀体中腔异常升压造成阀体损毁，酿成事故。

通过对国内近年内所建西气东输、陕京管道和忠武线等长输管线的调研，目前所用球阀既有自泄放式的球阀，也有双活塞效应的球阀。自泄放式的典型代表是 Cameron 31 型球阀，具有双活塞效应的典型代表为 Grove B-5 球阀。另外还有一种单阀座的轨道式球阀应用较多，典型代表是美国 Orbit 球阀。

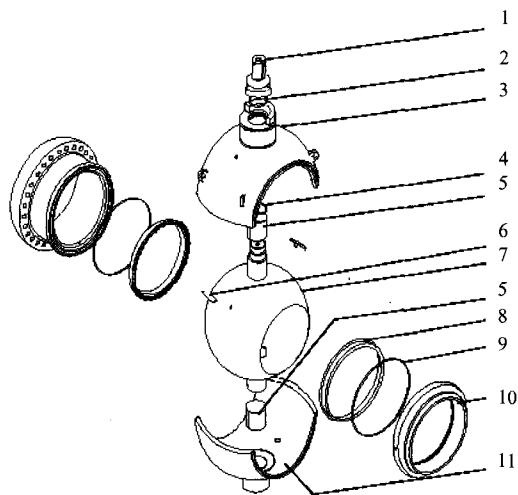
2.3 典型球阀的结构特点

2.3.1 Cameron 球阀

Cameron 全焊接球阀将轻质高强的锻钢阀门部件与紧凑的球型阀体设计完美地集于一体。全焊接阀门的独特设计使其同时具有最大的强度和最轻的重量，并具有最大的抵抗管线压力和应力的能力。紧凑球型的阀体设计避免了阀体连接法兰，因此减小了阀门外形尺寸和根除了泄漏渠道，Cameron 全焊接阀门主要有 31 型、32 型和 33 型。

Cameron 球阀属于固定式球阀，即通过顶部轴承和底部轴承共同作用将球体固定在某一位置，而阀杆直接与顶部轴承相连接，具有双截断和自泄式的结构。我国常用的是 31 型，其最大的特点是旋转阀座，软密封为嵌入式尼龙，阀座后的推力弹簧为碟式弹簧。

Cameron 31 型球阀结构见图 4。



1—键轴 2—上部阀杆密封 3—上部阀体 4—下部阀杆密封
5—阀杆轴承 6—拨齿 7—阀球 8—阀座环 9—唇式密封
10—联接端部 11—下部阀体

图 4 Cameron 31 型球阀结构

旋转式阀座密封圈结构具有使受损的阀座密封面和对应的球体受损面在旋转的作用下相互错开，从而减小泄漏通道的通过能力，注入密封脂后增加了密封的可靠性。球体每旋转 90° 阀座旋转 15°，当阀门开关 24 次时，阀座密封圈完成一个 360° 的全旋转。

2.3.2 Grove B-5 球阀

Grove 球阀种类较多，常用的主要有 B-5 和 B-8 两种类型，B-5 的应用比较广泛，阀腔内有平衡孔（图 5）。Grove B-5 型球阀具有双截断和双活塞效应的设计结构。

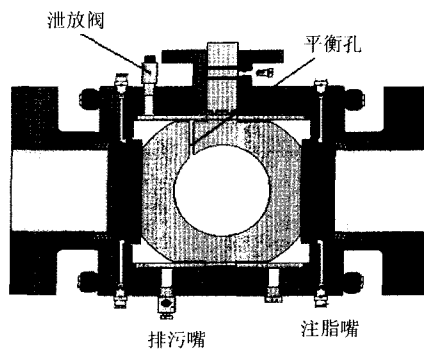


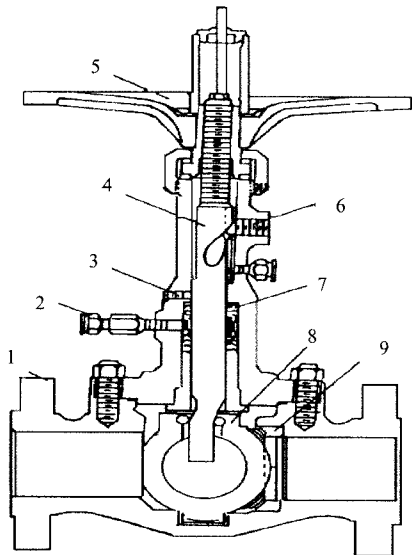
图 5 GROVE B5 球阀结构

由于 Grove B-5 球阀具有独一无二的球体顶部钻孔结构，因此在进行阀腔的排污工作时，要求

Grove B-5 球阀必须处于全关的状态以保证阀腔的排污工作安全。

2.3.3 Orbit 球阀

轨道式球阀的密封结构比较特殊,它是一种单阀座双向密封的球阀,在输气管道上应用也比较广泛,一般用在计量管路出口处。基本结构如图 6:



1—阀体 2—密封剂注入件 3—泄漏指示孔 4—阀杆
5—手轮 6—阀杆定位器 7—密封 8—阀芯 9—阀座

图6 ORBIT 球阀结构图

阀芯堆焊硬密封面,阀杆与阀芯连接部位采用凸轮结构,以便驱动阀芯脱离或贴合阀座,驱动方式有手动和自动。另外,为了补偿密封的磨损,防止物料外漏,设置了专门的密封补偿机构,以随时注入密封填充物。该阀门是顶部开启,阀杆提升式的固定座切断阀门,它不同于球阀的两端密封,只有一个球座,可看作单端面密封球阀。它综合了闸阀、球阀、截止阀和旋塞阀的优点,具有免维护、

自清洗和零泄漏以及在线修理的显著特点,最为突出的优点是密封面不产生磨损或被擦伤。

3 结束语

通过对天然气管道球阀从结构到原理全面的研究和分析,总结了几点在实际使用和维护中要注意的问题:

(1)根据球阀不同的结构特点,制订不同的维护保养措施和计划,并严格执行,对阀门进行定期维护和保养,确保阀门阀座密封面和球体完好,只有这样才能保证阀门密封功能完好,确保安全生产。

(2)在对密封要求较高的地方,尽量采用双活塞效应的球阀,对于要求零泄漏的地方可考虑使用轨道式球阀。

(3)在具有自泄放功能的球阀的下游作业时,最好的办法是在作业前打开阀门的排污嘴放空阀腔压力来解除自泄放功能。比如:在清管作业时,如果球筒阀是具有自泄放功能的球阀,建议当球筒阀关闭,球筒放空后进行收球作业之前,建议打开排污嘴进行放空,解除自泄放功能。

(4)具有双活塞效应的阀体上一定要安装泄放装置。

(5)使用的过程中,注脂嘴功能有可能失效,在管线或阀门带压的情况下,拆卸阀门密封注脂嘴是非常危险的,要维修或更换注脂嘴只有在阀体和相连的管线泄压后方可进行。

(6)作业人员在维护设备前,要通过阀门铭牌和相关资料来确认结构和密封类型,只有这样才能做好相关安全措施,保证安全维护。

(收稿日期:2007-11-30)

Natural Gas Pipe Ball Valve Structural Characteristics and Problems in Using

Qin Huangdao Oil-Gas Transportation Co., Ltd. of China Petroleum Pipeline Bureau

Zhu Xiping

Abstract: This paper emphatically analyzes and researches on natural gas pipe ball valve basic structure and composition, structural characteristics and species of valve seat, structural characteristics of grease injection spout, and sealing principle of ball valve. The article puts forward some issues needs pay attention combined with valve's maintenance and using.

Key Words: natural gas, pipe ball valve, structural characteristics, using