

# 液体管道旋启式止回阀改造研究与效益评价

李想<sup>1</sup> 蔡忠伟<sup>1</sup> 闫清雨<sup>1</sup> 徐阳<sup>1</sup> 陈德亮<sup>2</sup>

1 国家管网集团云南公司 2 重庆科特工业阀门有限公司

DOI:10.12238/pe.v2i6.10467

**[摘要]** 针对长输管道DN800等规格进口旋启式通球止回阀仅设有阻尼器,未设置手动开启及锁定装置,在实施清管作业时摇臂变形、阀瓣、阻尼器卡死(阀门卡死),清管器无法正常通过,造成旋启式通球止回阀功能丧失,通过与国内阀门专业制造商一起现场分析、测量和资料搜集,决定对原装阀门进行在线局部改造,制定了去掉原装阻尼器更换为带有手动开启锁定功能的阻尼装置并进行现场改造方案,实施改造后,实现了旋启式通球止回阀所有功能,满足了管道通球扫线需要,也为管道实现安全运行与科学维护作业提供了必要条件,本次成功改造属国内首创,与换阀相比节约了大量费用,大大降低了阀门维护改造成本。

**[关键词]** 旋启式通球止回阀; 带有手动开启锁定功能的阻尼器; 清管器; 阀瓣

中图分类号: U173.4 文献标识码: A

## Study and Benefit Evaluation of Liquid Pipeline Swing Check Valve Retrofit

Xiang Li<sup>1</sup> Zhongwei Cai<sup>1</sup> Qingyu Yan<sup>1</sup> Yang Xu<sup>1</sup> Deliang Chen<sup>2</sup>

1 National Pipe Network Group Yunnan Company 2 Chongqing Cote Industrial Valve Co

**[Abstract]** For long-distance pipeline DN800 and other specifications of the imported swing-through ball check valve is only equipped with a damper, not set up a manual opening and locking device, in the implementation of pipe-cleaning operations when the rocker arm deformation, valve valve flap, damper jammed (valve jamming), the cleaner can not be normal through, resulting in the loss of functionality of the rotary through-ball check valve, through on-site analysis with professional manufacturers of domestic valves, measurements and data collection, the decision was made on the The original valve for online local transformation, developed to remove the original damper replaced with a manual open locking function of the damping device and the field transformation programme, the implementation of the transformation, to achieve all the functions of the rotary ball check valve to meet the needs of the pipeline through the ball sweep, but also for the pipeline to achieve the safety of operation and maintenance of the scientific operation to provide the necessary conditions for the success of the transformation of the first in China, and the replacement of the valve compared with the loss of The successful transformation is the first of its kind in China, and compared with valve replacement, it saves a lot of money and greatly reduces the cost of valve maintenance and transformation.

**[Key words]** rotary ball check valve; with manual opening locking function of the damper; pipe cleaner; valve flap

旋启式通球止回阀是长输管线确保安全高效输送的必不可少的设备之一,旋启式通球止回阀除具有普通止回阀的防止管道介质倒流的作用外,还应具有手动开启锁定阀瓣,通过管线检测设备和清管器并实现反向输送的功能。旋启式通球止回阀在实施通球扫线或反输操作流程时,应首先完全开启阀瓣并将其锁定,即:利用装置上的手动机构使旋启式通球止回阀阀瓣全开并锁定,然后进行通球扫线等作业。

### 1 进口旋启式止回阀现状

现在部分输油管网采用了国外进口带阻尼器的旋启式止回

阀用在输油管网干线上,阀外端没有设置手动开启并锁定阀瓣的手操装置。在进行管线扫线作业时靠扫线设备的推进速度撞开阀瓣,实现扫线作业。

皮立智研究了原油管线清管及问题分析,针对出现的清管通球问题做出分析及得出一些经验,但在对现在运行管线进行扫线作业时均发生扫线设备卡阻情况,且卡阻点发生在旋启式止回阀处,经查阅巡线记录得知,旋启式止回阀在管道输送状态和停输状态下的开度指示位置未发生任何变化,即始终处于部分开启状态,表明该阀门阀瓣工作在某一固定开度下处于卡死

的故障状态。进行过线路通球扫线作业后的旋启式止回阀在输送与停输后开度指示状态如图1-1所示：

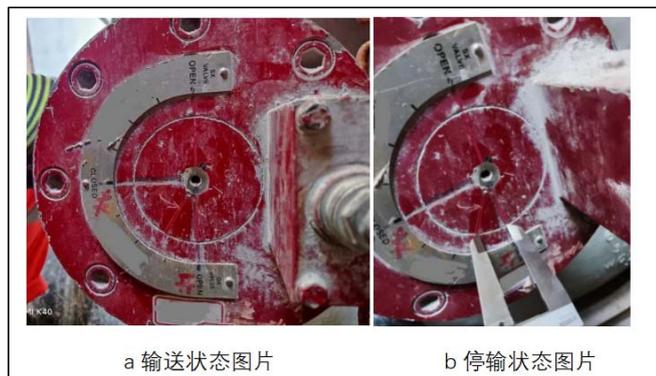


图1-1输送与停输阀门开度对比图

## 2 故障原因分析

通过查阅阀门的存档资料，并会同国内阀门的专业制造厂商，对故障阀门作出如下的分析，长输管道DN800等进口旋启式通球止回阀仅带有阻尼器，存在功能缺失的固有问题，产品在实际运行中出现了阀瓣卡阻和阻尼缸卡阻的情况。

### 2.1 阀瓣卡阻

在我们实施扫线或反输作业流程时，仅带阻尼结构的旋启式止回阀无法通过手动方式，使其处于完全开启及开启后的锁定状态，在我们扫线清管过程中，只能通过扫线器主动撞击阀瓣使阀瓣开启通过扫线器，扫线器运行速度越快，阀瓣开启承受阻尼力越大，阀瓣受阻尼缸阻尼作用无法快速打开(即清管器运动速度大于阀瓣打开速度)，使阀瓣瞬间受巨大冲击动量撞击，导致阀轴、摇臂在巨大的冲击载荷下变形，由于摇臂的变形造成其连接阀瓣轴与阀瓣的中心距变长，导致阀瓣全开时阀瓣远端边缘与阀体中空卡死。

### 2.2 阻尼缸卡阻

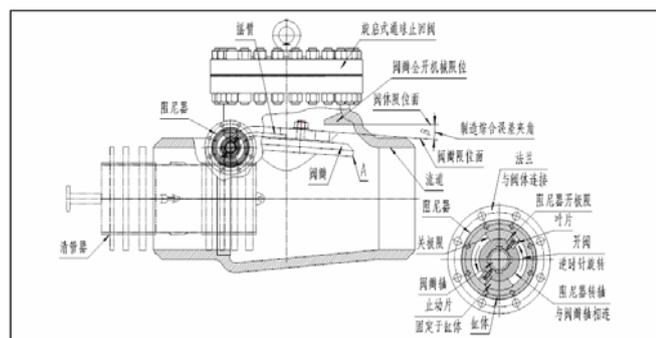


图2-1 异常阀门首次清管示意图

在实际使用中的带阻尼结构的旋启式止回阀还出现了阻尼缸卡阻，阀门主体与阻尼器部件存在着转角位置度误差，阻尼器与阀门阀瓣全开极限限位出现逻辑错误，即：阻尼器的全开限位先于主阀阀瓣的全开机械限位，清管器推动阀瓣绕阀瓣轴及阻尼器转子作逆时针方向旋转，当动叶片接触到止动片时，阀瓣与

阀瓣轴开启极限限位还未到达，还存在β角的角行程，加上阀瓣最低点A还处于流道内径中，随着清管器继续被强行推进将对阀瓣产生巨大的向上分力，通过摇臂增力机构将此分力数倍的传递给动叶片与止动片之间，形成了极大的过载挤压应力。异常情况如示意图2-1所示。

带阻尼旋启式通球止回阀由于无手动开启锁定装置，在出厂和现场均无法对阀瓣开度与阻尼器动叶片相对位置进行检验，阻尼器与主阀装配后存在的限位误差，加上原阻尼器动叶片、止动片材料均为铝合金制作，在过载的挤压应力作用下，动叶片、止动片将产生严重变形，造成叶片切向尺寸被挤压压缩，径向尺寸发生膨胀变大，使得阻尼器转子与定子间的间隙配合变成了过盈配合的状态，其阻尼器叶片与止动片在开启极限侧发生接触挤压示意图如图2-2所示。

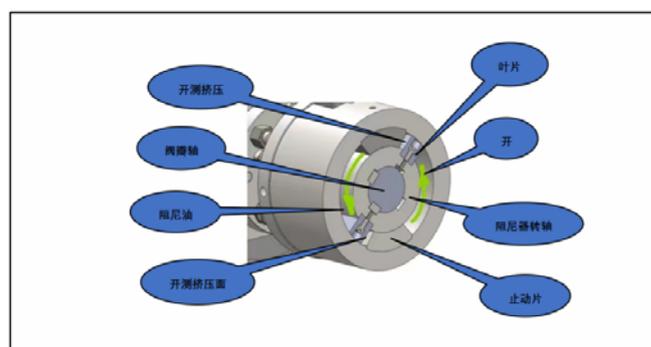


图2-2 阻尼器叶片与止动片在开启极限侧发生接触挤压示意图

当清管器首次强行通过阀门后，阀瓣在自身重力的作用下，加速往关闭阀门方向旋转，在阀瓣关闭惯性力矩与转子与定子间过盈摩擦力矩到达平衡时，阀瓣停止转动，此时，便发生阻尼器将阀瓣卡在了全行程的某个开度位置，阀瓣位置将不再随介质流动而发生改变，即便管道停输介质逆流也不会自动关闭。若再次通过清管器就会出现如前所述的卡阻问题，强行扫线清管会造成轴、轴键、摇臂一系列的零部件变形，甚至于阀瓣轴断裂。故障阀门阻尼器卡阻状态如图2-3所示。

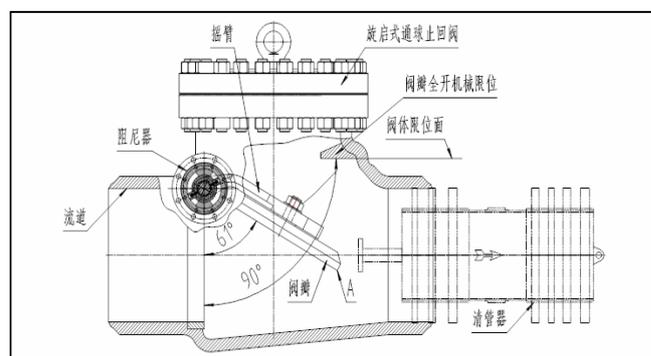


图2-3故障阀门阻尼器卡阻位置状态示意图

综上所述，仅带阻尼而没有手动开启阀瓣并锁定的结构缺陷是造成上述问题的根本原因，如果有手动开启和开启后锁定功能，在实施扫线清管作业时，事先将阀瓣手动全开并加以锁定，

在通过扫线设备时就不会对阀瓣产生开启撞击造成阀瓣卡阻, 阀门及阻尼器损坏。

### 3 改造分析

#### 3.1 风险分析

带阻尼旋启式通球止回阀没有设置手动开启及阀瓣开启的锁定装置, 属功能缺陷, 不能满足管线实施通球扫线工艺流程的要求并带来如下的风险:

(1) 管线无法正常实施清管扫线作业; 强行扫线会造成清管器卡阻; (2) 阀门流通能力降低, 流阻增大, 管道输送效率下降; (3) 阀瓣受扫线器冲击后变形卡阻, 无法正常启闭, 阀瓣轴断裂; (4) 止回阀功能失效, 无法实现逆止关闭功能; 不能防止介质逆流保护管道及设备; (5) 阀门流通能力降低, 流阻增大, 管道输送效率下降。

#### 3.2 改造的必要性

根据典型的油气储运工程旋启式止回阀技术规格书的要求, 旋启式止回阀应具备强制全开、全开锁定、阀位指示和缓闭的功能。旋启式通球止回阀也应手动开启阀瓣至全开位置并锁定, 即可以人为操作手动装置使旋启式通球止回阀全开, 然后用定位装置进行锁定。目前长输管道采用进口的旋启式通球止回阀没有设置手动开启装置, 在实施管道清管作业时, 无法手动全开并锁定阀瓣, 因此在发送磁铁测径清管器时, 出现卡阻情况而造成管道憋压停输的风险, 所以对原有进口旋启式止回阀在线改换阻尼器增设全开手动装置、锁定装置十分重要。

#### 3.3 改造的可行性

根据现有的资料, 被改造阀门外形结构图如图3-1所示。从结构图可看出, 本阀主要由阀门主体和阻尼器两大部分组成, 且两部分通过轴、轴孔、平键法兰及紧固件连接, 各自具有独立的密封结构, 两部分分离拆除时, 阀门主体中的介质及阻尼器中液压油均不会发生外漏。

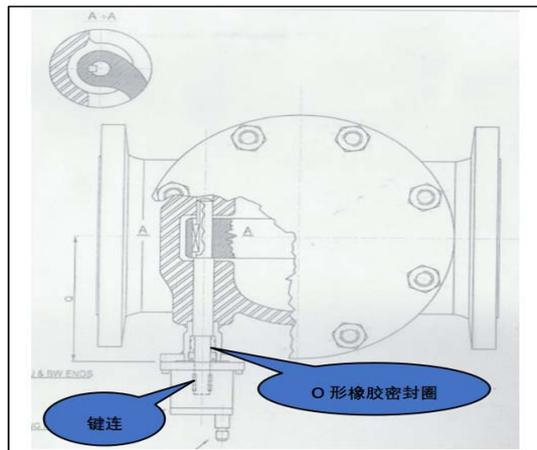


图3-1进口旋启式通球止回阀主阀与阻尼器连接结构图

### 4 改造方案

#### 4.1 采用带有手动开启锁定功能的阻尼器替换原阻尼器

根据现有的资料和现场实际运行工况, 在保证安全的前提下, 采用对长输管道单向阀旋启式止回阀在停输窗口期进行

在线改造, 拆除单向阀原有阻尼器装置; 按阀门口径大小由专业阀门制造商设计、制造相应规格的带有手动开启锁定功能的阻尼器, 阻尼器壳体在设计时满足压力容器使用要求, 在现场实施在线更换。改造的外部特征见图4-1所示。

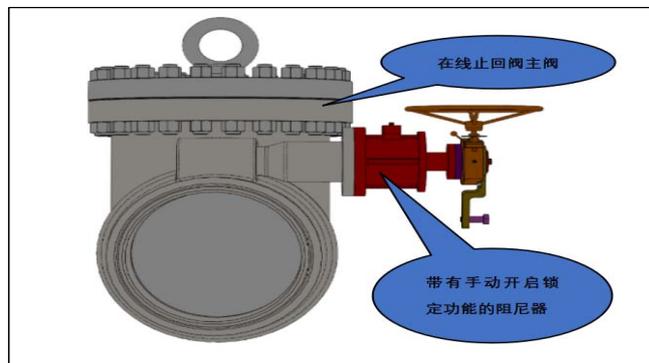


图4-1旋启式通球止回阀改造的外部特征图

#### 4.2 对原阀井空间的改造

由于原有阀门无手动装置, 管道建设期间所需空间尺寸相对较小, 现因更换手操锁定阻尼器后所需维修、操作空间尺寸有所增大, 需对阀井空间实施局部改造扩建。部分阀室现场原始情况见图4-2所示。

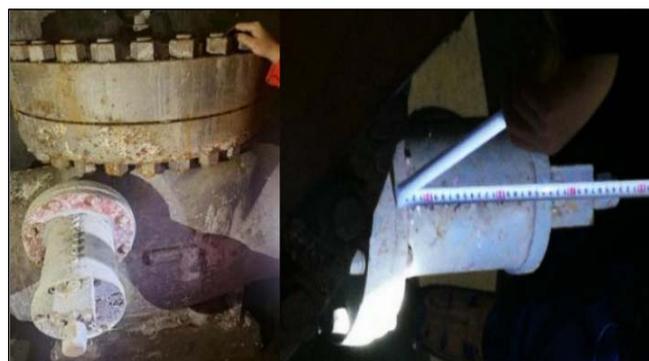


图4-2 部分阀井现场情况采集

#### 4.3 现场测量及空间确认

由于是停输下的在线改造, 在做好各项安全措施情况下, 对故障阀门进行现场实地测量, 获取法兰和轴径的尺寸、阀门实际最大扭矩值、阀门的实际开度角度以及键在轴上的具体分布位置, 以便设备制造商设计、制造与之匹配的带有手动开启锁定功能的阻尼器。根据设备制造商提出的改造所需空间尺寸, 对阀井局部所需空间进行确认, 对不满足条件者进行局部扩建工作, 以便设备具有足够的安装、维护及操作空间。

#### 4.4 现场拆除和安装调试

首先将原阻尼器进行拆除, 经检查确认无可见泄漏后, 更换上新的带有手动开启锁定功能的阻尼器, 并用螺栓将其紧固, 然后分别进行阻尼大小的设定、全开位置锁定设置、手操器极限位置的设置, 通过改造彻底恢复进口旋启式通球止回阀的所有功能。

#### 4.5 对进口阻尼器拆解分析

#### 4.5.1 原阻尼器卡阻确认

将阻尼器法兰固定在虎钳上,用工装装入键孔中用扳手操作扭转,将阻尼节流阀开度开至最大,用扳手正、反向施加力矩,根本无法扳动其转子(叶片),说明该阻尼器确实是处于卡阻状态。异常阻尼器现场扭转操作如图4-3所示。



图4-3 异常阻尼器现场扭转操作

#### 4.5.2 观察阻尼器开关极限位置压痕情况

观察阻尼器动叶片与止动片各自两侧面发现在开启极限侧有接触挤压痕迹,关闭极限侧无挤压痕迹。如图4-4所示。

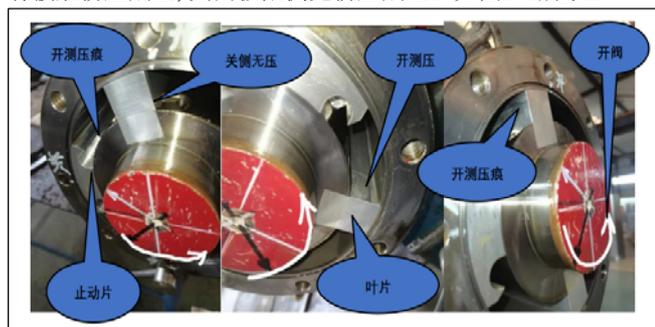


图4-4 阻尼器叶片与止动片在开启极限侧有接触挤压痕迹

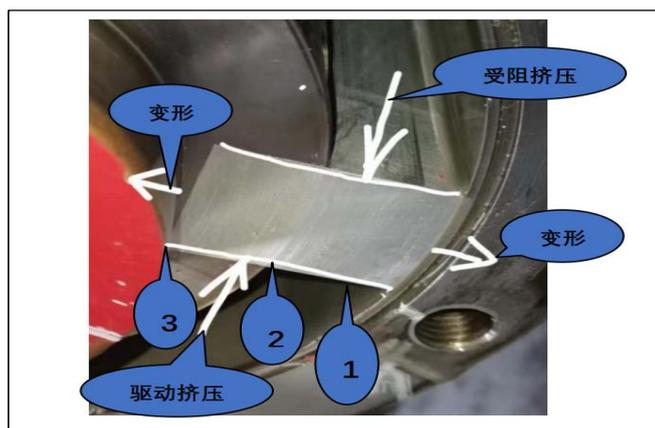


图4-5 叶片变形趋势图

4.5.3 仔细观察接触面发现,受接触挤压力的作用下,叶片产生了如前所述的几何尺寸变化,即出现了相应的变形,也使前面所述问题得以验证。其受力及变形趋势如图4-5中白色箭头所示。

### 5 改造效果及效益

通过对在线进口旋启式通球止回阀改造后,阀门完全具有其固有功能,单向阀符合集团公司DEC文件要求,可避免清管内检测过程中单向阀未全开导致清管器卡阻的情况,减少管道憋压停输的风险,确保管道安全生产运行,通过对更换下来的原阻尼器及卡阻阀瓣进行拆检分析完全证明了进口阻尼式通球止回阀存在的故障风险,通过改造彻底消除了产品的故障隐患。

相对于阀门整体更换方案,省去了管道的放空、置换以及动火等作业,所涉及的费用远远低于更换一台新阀门的价格,在线改造的价格只需更换一台新阀门价格的1/3左右,所以阀门在线改造相比于直接更换阀门节约了巨额的费用。

随着对长输管道DN800等进口旋启式通球止回阀改造的成功,我们也积累了大量在线改造类似阀门的经验,并将此类改造推广至其他存在类似故障的长输管道阀门。

#### 【参考文献】

[1]皮立智.原油管线通球清管及问题分析[J].化学工程与技术,2020,10(5):329-334.

[2]秦叔经.压力容器[J].化工设备与管道,2001,38(5):5-11.

#### 作者简介:

李想(1995--),男,四川省绵阳市盐亭县人,本科,西南科技大学,机械设计制造及其自动化,研究方向:设备、自动化。

蔡忠伟(1991--),男,云南省楚雄市大姚县金碧镇人,本科,昆明学院,机械设计制造及其自动化,研究方向:工艺、设备。

闫清雨(1994--),女,甘肃省白银市靖远县人,本科,西南石油大学,会计学,研究方向:财务管理、经济。

徐阳(1998--),女,云南省大理市人,本科,昆明理工大学,油气储运工程,研究方向:计量、能源。

陈德亮(1958--),男,重庆市渝中区化龙桥后村124号1-3,专科,四川广播电视大学,机械设计制造,研究方向:设备、自动化。