

直埋全焊接电液联动球阀选用技术要求

王福阳

(厦门市燃气总公司, 福建 厦门 361004)

摘要: 根据城市天然气高压管网线路截断阀的工艺特点及控制要求,从使用方的角度,提出直埋全焊接球阀及其电液联动执行机构的选用技术要求。

关键词: 线路截断阀; 城镇高压燃气管道; 直埋全焊接球阀; 电液联动执行机构

中图分类号: TU996 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4416(2007)02-0009-04

Technical Requirement for Selection of Directly Buried Fully Welded Ball Valve with Electro-hydraulic Actuating Mechanism

WANG Fu-yang

(Xiamen Gas Corporation, Xiamen 361004, China)

Abstract: According to the technological characteristics and control requirements of block valve in urban natural gas high-pressure pipeline, the technical requirement for selection of directly buried fully welded ball valve and its electro-hydraulic actuating mechanism is put forward from the point of view of consumers.

Key words: block valve for pipeline; urban high-pressure gas pipeline; directly buried fully welded ball valve; electro-hydraulic actuating mechanism

为了防止城市天然气高压管网发生事故时产生大量泄漏,并减轻管网事故可能造成的次生灾害,根据文献[1]的要求,高压管网沿线应设置线路截断阀。本文从使用方的角度出发,对直埋全焊接电液联动球阀提出选用技术要求。

1 对线路截断阀及其驱动机构的要求

线路截断阀一般设置在高压管网沿线无人值守的阀室内,阀门应能快速、自动关闭。由于线路截断阀更换难度大,密封性能要求高,故应选用高质量的全焊接碳钢直埋球阀,以保证其使用寿命及密封的可靠性。鉴于城市天然气高压管网沿线具备一定供电条件,但一般很难保证有双回路电源,为保证线路截断阀动力的可靠性,也为了确保事故状态下,驱动机构能尽快实现阀门的关断,线路截断阀的驱动方式应选用电液联动形式。

直埋全焊接电液联动球阀可针对预设的条件(故障),无须手动辅助,就可快速、自动关闭阀门,

切断管道,阻止天然气大量泄漏。

2 选用技术要求

2.1 供货范围

直埋全焊接电液联动球阀供货范围包括直埋全焊接球阀(以下简称球阀)和电液联动执行机构,球阀和电液联动执行机构应组装在一起进行相应的试验,并提供试验报告、合格证书。

2.2 安装场所及工作条件

直埋全焊接电液联动球阀直埋于天然气高压管网沿线阀室内,根据 IEC60079-10(国际电工委员会标准爆炸气体场所的电力设备第10部分:危险场所的划分),爆炸危险环境属1区。

设计压力等级为 ANSI Class300,工作压力 ≤ 4.0 MPa,工作介质温度为 $-10 \sim 50$ °C,工作状态为开、停、关。

2.3 球阀的选用技术要求^[2]

① 设计及制造

a. 球阀整体要求

球阀的设计及制造应符合文献[3]的规定。阀体及承压部件的设计应满足 ASME Sec VIII(美国机械工程师协会标准:锅炉和压力容器标准第 8 章)中的相关规定。

b. 阀体

阀体应采用全球型阀体、全焊接结构。阀体通道必须为全通径,球阀内径应同阀体、管道内径一致。与袖管连接的两焊接端面之间的阀体结构长度应符合 ANSI B16. 10(美国国家标准学会标准:阀门的面至面和端至端尺寸),阀体对焊接连接端应符合 ANSI B16. 25(美国国家标准学会标准:对焊端部)。焊接工艺均应按照美国焊接协会相关标准以及 ASME Sec VIII 的要求进行。所有焊缝应有消除焊接应力的措施,阀体与球体之间应具有静电导出功能。

c. 球体

球体的通道应为圆形,球阀全开时应保证球体通道与阀体通道在同一轴线上。球阀腔体的球应为固定球,有可靠的枢轴或独立的轴承支撑,该结构应保证阀杆仅承受驱动扭矩,操作扭矩小。在确保球体定位的前提下,枢轴可以是与球一体的固定轴,也可以是可更换的轴,阀腔具有排污装置。为了降低扭矩,应采用合理的且不破坏阀体结构的方法降低扭矩。球体材料采用锻钢,材料应符合美国试验与材料协会标准的相关要求。球体外表面应施镀一层厚度(0.025~0.030 mm)均匀的镍,以提高表面硬度、耐腐蚀性及降低粗糙度,球体镀镍后的洛氏硬度值应达到 60 HRc。

d. 阀杆、阀座及密封结构^[3]

阀杆的截面及与球体的连接面应能经受最大操作扭矩,阀杆不应承受任何径向载荷。阀杆具有防飞出结构。阀座应采用金属阀座同非金属阀座组合的双重阀座及阀座上下游同时密封的密封结构。阀座的整体密封结构应为浮动座、自泄压结构,阀座背环至少设置三重密封环,其中应包括自压式密封环和火灾安全密封环。阀座应耐冲刷和磨损,寿命应与阀体寿命相当。应有防止介质局部冲刷和磨损的内部结构。阀杆上必须具有球阀开关位置指示器,以确保电液联动执行机构的开关操作的限位开关可以被精确地设定。阀座采用的弹簧应保证阀座的密封性能,应使阀座受力均匀,弹簧的性能应保证长期

可靠。阀座预紧弹簧宜使用板式弹簧,确保阀座受力均匀,避免因螺旋弹簧螺旋线间沉积杂物造成的弹簧失效。阀杆的密封要求至少为三重密封环结构,其中应包括自压式密封环和火灾安全密封环。在紧急情况下,阀杆及阀座的密封结构应能注入应急密封脂,密封脂应在 -25~100℃ 下不发生物理和化学变化。应急密封脂加注结构延长管应高出地面,其上应设压力等级为 ANSI Class300 的止回阀。球阀的密封性应符合文献[3]的相关规定,球阀的密封结构应为火灾安全型,并根据 API 607/6FA(美国石油学会标准:阀门耐火试验规范)的规定,提供球阀耐火试验认证证明。

e. 在线维护、排污、泄压

球阀全开或全闭时应均可进行排污和阀腔泄压,具有在线维护的功能。阀腔应能够在超压时自动安全泄压,可采用自动安全泄放到下游方式或安全放散管方式。采用安全放散管方式进行阀腔泄压时,球阀应配置高于地面的安全放散管,其上应设压力等级为 ANSI Class300 的锻钢安全阀,阀腔内超压时,应能自动放散。球阀应配置高于地面的排污管,其上应设压力等级为 ANSI Class300 的锻钢排污阀。

f. 阀位显示与远传

阀体上设触点开关,以便实现阀位状态远传。触点容量为 24 V、2 A,直流。

g. 连接形式

球阀与管道的连接形式为对焊连接,对焊连接用袖管长度不宜小于 500 mm,应能保证球阀两端在现场焊接时不会对密封材料产生影响。过渡段应在所有焊接检测进行之前焊到阀体上。球阀与管道的连接端应保证材质强度的适配性和可焊性。球阀对焊连接端坡口应遵守 ASME B31. 8(美国机械工程师协会标准:输气和配气管道系统)的要求。

h. 材料

球阀部件材料应符合美国试验与材料协会标准和美国钢铁学会标准的有关规定。阀体材料为锻钢 A105,球体材料为锻钢 A105,阀杆材料为合金钢 AISI4140,阀座材料为锻钢 A105 + RPTFE(增强聚四氟乙烯),阀杆与阀座背环三重密封环材料为 PTFE(聚四氟乙烯)、PTFE、特种石墨或 VITONA(氟橡胶)、VITONA、特种石墨,密封填料为 PTFE。

其他部件的材料应满足相应国际技术规范的要求和球阀制造厂所遵循的标准。承压部件所采用的

材料应根据有关标准提供化学成分分析和机械性能试验的证书。

i. 表面防腐

球阀表面埋地部分的防腐层材料应采用环氧树脂,涂敷厚度应大于 400 μm ,地上部分应涂防锈漆。

根据以上要求,一些欧美知名品牌的产品基本可以满足要求,如 T831 系列全通径对焊长杆直埋全焊接球阀、DBW 系列全焊接球阀等。

② 试验

应根据文献[3]和 API Spec598(美国石油学会标准:阀门的检验和试验)的规定,进行压力、气密性试验,并提供测试报告。每个球阀均需进行性能试验,其内容、步骤、要求和试验装置均应符合有关标准的要求。测试设备必须模拟球阀负荷,在试验压力下,进行两个循环的操作试验,每个操作循环为球阀从完全关闭至完全开启,然后由完全开启至完全关闭。试验证明书应附在随设备装运的最终技术文件中。球阀的检验与测试均应遵循文献[3]、API Spec598、ANSI B16. 34(美国机械工程师协会标准:法兰、螺纹和焊接端连接的阀门)的要求。检验与测试应在球阀表面处理和喷漆前进行。所有组装完后的球阀出厂之前都需检验。球阀试验应包括以下内容:阀体水试压、全压差下开阀试验,记录开阀时所需扭矩、阀座水压密封试验、双截断和泄放(DBB)功能阀座水试压、阀座低压气密封试验。进行阀座试压前应首先开关球阀 2~3 次,试验压力和试验时间应遵照文献[3]第 5 章的要求。在测试后,应排净阀体内的试验介质。

③ 存放和运输

球阀焊接端应加以保护以防止运输过程中出现机械损伤。球阀和电液联动执行机构在发送前应由球阀供货商进行装配。供货商应保证球阀和电液联动执行机构在装箱运输和存放期间直到安装前保持清洁和干燥,并完好无损。供货商必须保证球阀在开启的状态下运输。

④ 资料要求

球阀供货时至少应提供如下资料:球阀结构图,全压差条件下开关球阀的额定扭矩,化学镀镍的规程及检测手段,用于制造此球阀材料的化学成分和机械性能测试报告,带有时间及压力变化记录的水压、气压试验报告,无损探伤的检验报告,球阀操作的试验报告及文献[3]要求的其他试验报告和证

书。

⑤ 其他要求

阀体上应焊吊耳,以便起吊操作。考虑到可能出现的地震和地壳运动产生的破坏,宜采用球型阀体结构来抵抗管线应力并应通过压缩实验和弯曲实验确认其不会失效,而且球阀应采用无需支架或无需基础支撑式球阀,以确保地震和地壳运动不会危及球阀。

2.4 电液联动执行机构的选用技术要求

① 构成

电液联动执行机构是以自备液压源作为动力源,通过液压执行机构控制球阀开关的驱动系统^[4]。电液联动执行机构主要由液压执行机构、控制系统、液压站、控制操作柜 4 部分组成。液压执行机构在要求的操作条件下能够连续操作。球阀所配液压执行机构或控制系统的故障不应影响到球阀的其他部分的正常工作,并且其维修和更换工作应能够在不影响球阀正常工作的情况下进行。

a. 液压执行机构

采用双作用执行机构。液压执行机构结构型式为旋转叶片式或拨叉式,以获得较大的起始扭矩。为避免卡死现象,液压执行机构的所有运动部件均采用轴承和轴衬,并且所选密封元件的材质应不随外界环境温度的变化而发生变质老化。

b. 控制系统

选用开关型控制系统。为保证现场测试,控制系统应有就地及远程阀位显示和控制功能。就地及远程控制均可实现球阀 10 s 以内的快速关闭,并均可实现球阀的打开。

这里所指的控制系统应包括开关型控制系统、电源装置、电子式破管检测系统和必要的压力变送器。所有设备包括按钮均应安装在上锁的防护箱内,以避免外界破坏和误操作。

电子式破管检测系统应能在设定的时间间隔内即时检测天然气管线压力、压力降、压降速率,并在超出设定的压力范围、压力降范围、压降速率范围等工况下发出报警和输出设定延时参数的关闭球阀控制信号。电子控制单元应配置 1 个 RS-232 接口和 1 个 RS-485 接口,协议为 MODBUS 标准协议,支持热插拔。RS-232 接口用于在现场连接笔记本电脑,RS-485 接口用于远程控制和信号传输。压降速率设定值可调。电子破管检测系统应配备免维

护蓄电池电源。

c. 液压站

液压站具有蓄能及稳压的功能。液压泵采用单台、间歇式工作方式。控制系统控制液压系统的操作压力在设定的范围内。在掉电或无电源时,液压站应能提供操作球阀一个开关回合的动能,且保压至少 120 h 以上。

d. 控制操作柜

通过控制操作柜,将阀室内所有信号(球阀、破管检测系统、管网压力、UPS 状态、视频、门禁等信号)送至阀室旁边的 RTU(远程终端控制系统)间,并通过 RTU 上传至调度中心。调度中心可以远程操作球阀。

② 基本功能要求

a. 电液联动执行机构作为球阀开关控制的驱动设备,应能够在任何事故或故障且所配备的监测及控制设备能在无外界能源的情况下,自动、迅速、可靠地驱动球阀至关断状态,以保护管线及设备的安全。

b. 电液联动执行机构应有机械限位装置。

c. 电液联动执行机构应有就地、远程控制及事故状态下紧急关断功能。

d. 电液联动执行机构输出扭矩应能保证可靠地驱动在实际工作条件下的球阀上,特别是为保证在最大设计压差下启闭球阀,设计选型时应考虑球阀经一段时间全开位置运行后需紧急切断时所需实际扭矩值的增长,选型输出扭矩安全系数应不小于 1.5。

e. 电液联动执行机构动力电源为三相(220 ± 33) V、(50 ± 0.5) Hz 交流电。电液系统的设计应充分考虑在电源不可靠条件下短时间(120 h)掉电情况下仍能驱动执行机构关闭。

f. 电液联动执行机构应能独立长期适应苛刻的野外工作环境并免维护,应完全密封且具有防水、防风沙能力。满足全天候运行条件,防护等级为 IP65 或更高。

g. 电液联动执行机构电气元件的防爆等级不低于 Exd IIB T4。

根据上述要求,BIFFI、ROTORK、SHAFER 等规模较大的执行机构生产厂家基本可以提出有针对性的工艺流程并配备相应设备、系统。

③ 检验和测试

a. 电液联动执行机构的检验和测试

包括电气和机械运行测试、液压回路密封测试、运行时间控制检测、限位装置操作的检测。

b. 组装后的检验和测试

电液联动执行机构单独测试完成以后,还应与球阀组装后进行整体测试。整体测试内容包括最大载荷开阀性能与时间的测试,球阀无载荷开关性能与球阀开关时间的测试,机械限位装置操作的检测,电子限位信号反馈的检测,油气管路密封检测。

c. 现场测试

现场测试是指球阀与执行机构在现场安装前进行的测试,其目的在于确保球阀与电液联动执行机构安装后在操作条件下能正常工作。

④ 外部涂层及包装

所有组件表面应完全清洁,不带铁锈和润滑油,并涂有适合全露天地面使用的防腐层。包装应牢固、防潮、防撞击损坏,并应附装配的说明及标志。

⑤ 资料要求

包括总体尺寸和设备重量的说明、电路图和电液联动功能图、电气接线箱执行的规范、液压油的牌号和牌号、执行机构和球阀的安装连接外形图。

3 结语

考虑到制造水平及现场安装、调试水平对直埋全焊接电液联动球阀的密封可靠性、电液联动执行机构控制稳定性、设备使用寿命的影响至关重要,要采购到合适的直埋全焊接电液联动球阀,还需综合考虑生产厂家及其安装服务代理商的实力,慎重选择供货商。

参考文献:

- [1] GB 50028—2006,城镇燃气设计规范[S].
- [2] 陆培文. 实用阀门设计手册[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
- [3] API Spec 6D—2002,管道阀门规范[S].
- [4] 雷天觉. 新编液压工程手册[M]. 北京:北京理工大学出版社,1998.

作者简介:王福阳(1972—),男,福建莆田人,工程师,学士,主要从事设备管理及燃气工程筹建工作。

电话:(0592)2221467

E-mail: xmgasjsb@126.com

收稿日期:2006-07-02; 修回日期:2006-10-11