

多功能异径电动三通阀研制

齐园园 郭亚红 王晓东 贾海海

西安长庆科技工程有限责任公司, 陕西 西安 710018

摘 要: 天然气集气一体化集成装置是致密气藏开发低成本地面配套工艺技术研究的重要成果之一,也是长庆油气田地面系统技术创新的关键设备,适用于中低压、非酸性集气站场,能够代替气田常规非增压集气站。在研发过程中,若采用常规阀门成撬难度大,且采购费用高、采购周期长、售后服务滞后,通过现场调研、结果分析、方案比选、结构设计、工厂制造和现场试验等环节,完成多功能异径电动三通阀的研制。该阀的成功研制,满足了天然气集气一体化集成装置的要求,降低了采购费用、缩短了采购周期,不仅解决了天然气集气一体化集成装置研发的燃眉之急,也符合长庆油田公司低成本发展战略,更利于装置的应用推广。

关键词: 异径; 三通阀; 多功能; 一体化装置; 低成本

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2014.04.023

0 前言

天然气集气一体化集成装置,适用于中低压、非酸性集气站场,能够代替气田常规非增压集气站。该装置可实现独立运行、远程关断、自动排压集气,且具有进站紧急截断、干管远程放空、气液分离、流程切换、外输计量、自动排液、安全放空、动态监测、智能报警等功能,满足气田数字化、智能化的管理要求。与常规集气站相比,装置节约了用地、缩短了设计及施工周期、降低了工程投资。

装置优势明显,但流程复杂,阀门管线繁多,如果采用常规阀门成撬难度大,且市场上三通阀存在采购费用高、采购周期长、售后服务滞后等问题,能够完全满足装置工艺要求的产品凤毛麟角,严重影响装置的研发和推广。只有采用集进站紧急切断、去分离器流程切换、去放空流程切换等功能于一体的多功能异径电动三通阀来替代多个单一阀门,才能有效节约空间,便于成撬。因此,研制满足装置优化及数字化管理要求,且具有自主知识产权的多功能异径电动三通阀,成为装置顺利研发和推广的必要前提。

1 天然气集气一体化集成装置

1.1 工艺流程

天然气集气一体化集成装置工艺流程见图1。

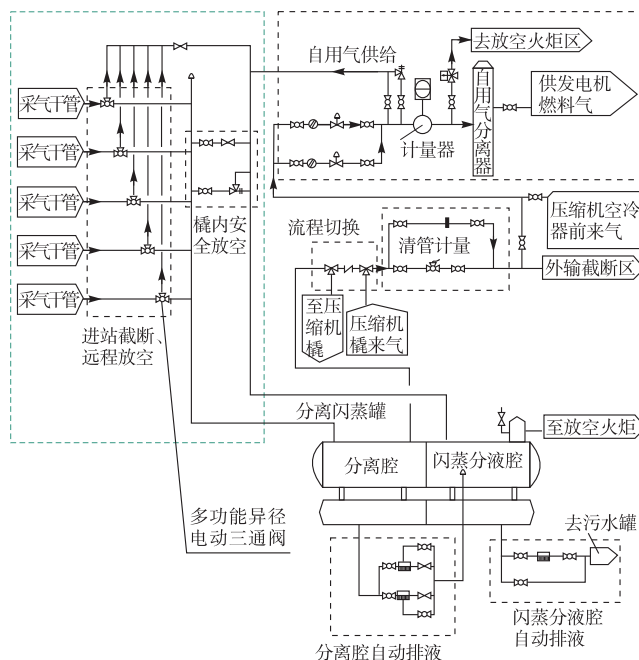


图1 天然气集气一体化集成装置工艺流程

收稿日期:2013-12-20

基金项目:中国石油天然气集团公司重点工程资助项目(CTEC(2013)Z-KY-003)

作者简介:齐园园(1985-),女,陕西西安人,工程师,硕士,从事油气田地面工程机械设计及科研工作。

天然气集气一体化集成装置将集气站的进站截断、干管远程放空、气液分离、流程切换、外输计量、清管、自用气供给、闪蒸、放空分液等 9 大功能集成在 1 个橇体上,其功能、自控水平与数字化集气站一致,以减少站场设备,简化施工,减少占地,降低投资。

1.2 多功能异径电动三通阀作用

通过分析,多功能异径电动三通阀在天然气集气一体化集成装置工艺流程中处于重要位置,主要是用在流程切换的工况下,用 1 个三通阀代替 2 个常规阀,能简化进站放空和进压缩机切换的流程,减少工艺阀门数量和橇体体积,便于装置的橇装化。工艺流程中多功能异径电动三通阀具有以下作用:采气管线进站截断;采气管线与去分离器管线连通,与去放空管线截断;采气管线与去放空管线连通,与去分离器管线截断。

2 多功能异径电动三通阀研发思路

针对多功能异径电动三通阀在天然气集气一体化集成装置上的作用,从装置的研发实际出发,对其工艺要求进行系统分析,优化结构设计,研制出满足需求的多功能异径电动三通阀,该阀门满足以下要求:满足进站紧急切断、去分离器流程切换、去放空流程切换等工艺要求;设计合理的阀门结构,选用优良的电动执行机构,满足数字化管理;具有体积小、重量轻的特点,满足天然气集气一体化集成装置成橇需要;选用安全、经济的材料,降低成本,节约采购费用。

3 多功能异径电动三通阀结构设计

3.1 参数确定

根据工艺管线的压力和装置处理量等参数,确定多

功能异径电动三通阀的主要设计参数^[1-2],见表 1。

表 1 多功能异径电动三通阀主要设计参数

名称	参数
设计压力 /MPa	6.3
进口规格	DN 80
出口规格	DN 80/DN 40
主要介质	原料天然气,不含 H ₂ S,微含 CO ₂
介质温度 /℃	3 ~ 20

根据多功能异径电动三通阀种类、扭矩大小(即开启阀门时输入到阀杆中的力矩)、井口直径、压力等级、连接方式、主体材料和内件材料^[1],确定阀门执行机构主要参数^[3-4],见表 2。

表 2 多功能异径电动三通阀执行机构主要参数

内容	参数
驱动阀门	DN 80-6.3 MPa-259 N.m 球阀
信号类型	无源接点信号
行程时间 /s	不大于 60
供电电源	380 VAC 50 Hz
防爆等级	IIIBT 4 (整体防爆型)

3.2 结构选择

多功能异径电动三通阀的进口端、放空端、出口端同时要求截断密封,或者放空端和出口端截断密封、而进口端的介质可进入阀室中腔。根据球阀的结构特点,结构形式分为浮动球式和固定球式,两种结构形式比较见表 3。根据比较结果,本设计选用固定球式结构。

表 3 固定球式和浮动球式结构对比

方案	工作方式	密封方式	适用范围	优点	缺点
固定球式	球阀的球体是固定的,介质压力作用在球体上的作用力全部传递给轴承,不会使球体向阀座移动,阀座不会承受过大压力	双面强制密封	适用于高压大口径球阀	转矩小、阀座变形小、密封性能稳定、使用寿命长	结构相对复杂,弹性元件性能要求高
浮动球式	球阀的球体是浮动的,在介质压力作用下,球体能产生一定的位移,并紧压在出口端的密封面上,保证出口端密封	单面强制密封	适用于中低压球阀	结构简单、密封性能好	在受到较高压力冲击时,球体可能发生偏移

3.3 结构设计

天然气由采气管线经多功能异径电动三通阀到达气液分离器,经过气液分离器等流程后,计量外输。多功能异径电动三通阀在此过程中起如下作用:关断作用,A、B、C 全部关断,设备停止运行,见图 2;开启作用,A 进 B 出,C 关断,设备正常工作,见图 3;紧急关断放空作用,A

进 C 出,B 关断,管线或设备异常时,及时放空,见图 4。

3.4 确定阀芯和阀座密封面

天然气集气一体化集成装置通过管道收集天然气,介质中含有其它杂质甚至是固体颗粒,因此,球体和阀座的密封面宜采用硬密封^[5]。

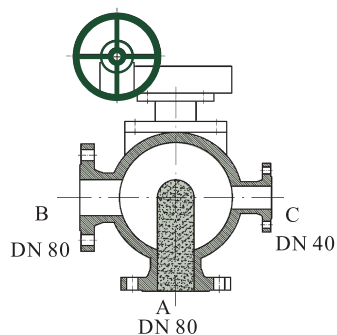


图 2 关断状态

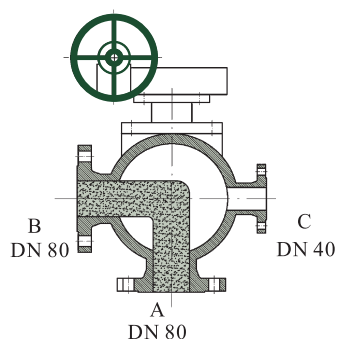


图 3 开启状态

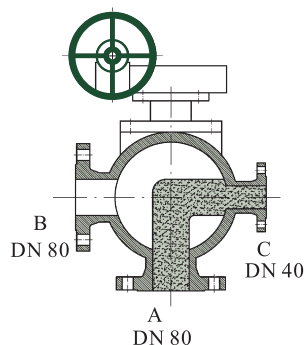


图 4 紧急状态

4 多功能异径三通阀质量控制点

4.1 设计质量控制点

a) 选用固定球式结构对弹性元件、阀体的加工、阀座公差的控制和密封圈的压缩量都有较高的要求。为保证多功能异径电动三通阀实际运行时（有介质压力）阀座与球体之间有足够的接触力，阀体轴向与阀座和球体间实现过盈配合，过盈量的调节通过阀座后面的弹性元件实现。

b) 球体和阀座间密封面大小的确定。密封面须满足球体的强度和刚度要求，阀座密封面的密封比压、球体换向旋转的偏移量等参数也应符合设计要求^[6]。

4.2 制造质量控制点

a) 对于阀体的轴向距离和对中度、阀体与阀座间的

公差、阀杆与球体间的配合尺寸等加工要求，制造时应采用数控机床来保证加工精度。

b) 球体在喷涂硬质合金的过程中，应避免加重球体使之变形。尤其在球体加工过程中，采取有效措施或工装，避免球体变形影响球体圆度^[6]。

5 结论

多功能异径电动三通阀成功投运后，现场运行平稳、安全可靠，各项参数均满足设计要求，同时降低了采购费用、缩短了采购周期，不仅解决了天然气集气一体化集成装置生产的燃眉之急，也符合长庆油田公司低成本发展战略，更利于装置的应用推广。目前，天然气集气一体化集成装置在苏里格气田成功应用 13 台/套、在神木气田成功应用 2 台/套，预计 2014 年将扩大推广应用规模，多功能异径电动三通阀与天然气集气一体化集成装置一起，将促进致密气藏低成本有效开发。

参考文献：

- [1] GB/T 12237-2007, 石油、石化及相关工业用的钢制球阀[S].
GB/T 12237-2007, Steel Ball Valves for Petroleum, Petrochemical and Allied Industries[S].
- [2] GB/T 12221-2005, 金属阀门 结构长度[S].
GB/T 12221-2005, Metal Valves—Face to Face, End to End, Center to Face and Center to End Dimensions[S].
- [3] 余 龙. 阀门三维参数化建模与仿真分析[D]. 兰州: 兰州理工大学, 2005.
Yu Long, The 3D Parametric Modeling and Simulation Analysis of Valve [D]. Lanzhou: Lanzhou University of Technology, 2005.
- [4] 李 勇, 姚 进, 彭廷红, 等. 阀门三维参数化 CAD 系统开发[J]. 机械科学与技术, 2002, 21(5): 856-860.
Li Yong, Yao jin, Peng Tinghong, et al. The Development of CAD System in 3D Parametric of Valve[J]. Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering, 2002, 21(5): 856-860.
- [5] 俞树荣, 高 扬, 张希恒. 基于有限元的浮动球阀密封比压分析[J]. 阀门, 2006, (2): 25-28.
Yu Shurong, Gao Yang, Zhang Xiheng. Sealing Pressure Analysis of Float Ball-valve Based on FEA [J]. FAMEN, 2006, (2): 25-28.
- [6] JB/T 9092-1999, 阀门的试验与检验[S].
JB/T 9092-1999, Valve Inspection and Testing[S].