

低压蒸汽放空用金属密封蝶阀的结构设计研究

贾伟荣

吴忠仪表有限责任公司 宁夏 吴忠 751100

摘要: 针对煤化工乙二醇装置低压蒸汽放空工况特点, 提出了低压蒸汽放空用金属密封蝶阀的设计方案, 对金属密封蝶阀的主要设计结构进行了研究和分析, 研制出了满足煤化工乙二醇装置低压蒸汽放空工况要求的金属密封蝶阀。

关键词: 低压蒸汽; 放空; 金属密封蝶阀; 结构设计

1 概述

煤化工乙二醇装置生产中发生重大异常或者停车检修时, 需要对管路中使用的低压蒸汽进行放空, 以保证系统装置安全。蒸汽放空管道规格DN600, 介质压力为0.4~0.65MPa, 介质温度140~165℃, 工艺配管设计时针对此规格管道常采用金属密封蝶阀(以下简称蝶阀)对蒸汽进行放空, 蝶阀长期处在关闭状态中, 并且和SIS系统安全连锁, 紧急打开放空时, 蝶阀必须运行可靠平稳, 动作正常, 否则会造成紧急停车, 安全事故等。常规蝶阀在长期关闭状态下, 受压力和温度的影响, 会产生内漏或者卡涩, 必须研制出具有低扭矩, 双向密封, 小开度调节稳定无过冲, 性能稳定, 运行可靠的低压蒸汽放空用金属密封蝶阀。

2 工况特点和常规蝶阀现场使用问题

2.1 工况特点:

- (1) 介质: 低压蒸汽;
- (2) 蒸汽放空管道规格DN600;
- (3) 蒸汽介质压力为0.4~0.65MPa, 阀后直接和大气连通, 即阀前压力0.4~0.65MPa, 阀后0MPa, 设计压力为0.7MPa, 即最大压差为0.7MPa;
- (4) 操作温度140~165℃, 设计温度为180℃;
- (5) 蝶阀设计规格为DN600 Class150;
- (6) 密封性能要求: 双向API598, 并且满足现场温度和压力下, 密封性能符合API598标准的要求, 防止蒸汽外漏造成管路系统能量损失;
- (7) 蝶阀长期处在关闭状态中, 并且和SIS系统安全连锁, 紧急状况时打开放空。

2.2 主要问题:

- (1) 蝶阀长期关闭状态下, 受压力和温度的影响, 阀内件产生微量变形, 蝶阀扭矩增大, 紧急放空时开关异常, 卡涩, SIS系统报警, 严重时造成装置紧急停车;

(5) 蝶阀受压力和温度的影响, 密封性能变差, 大量蒸汽向空气中排放, 造成系统管路能量损失;

(3) 蝶阀通过定位器控制, 有时需要小开度(5~15°)打开放空, 常规蝶阀在小开度打开卡涩和过冲现象明显;

(4) 蝶阀长期关闭, 填料和阀杆出现粘结, 填料摩擦扭矩增大, 填料密封性能差。

主要因为以上问题, 导致蝶阀开关动作异常, 性能不可靠, 无法满足现场工况的使用要求。

2.3 蝶阀结构设计方案

(1) 采用凸轮效应原理设计的三偏心蝶阀结构, 通过执行机构扭力实现强制密封的方式, 达到严密切断性能和阀板旋转运动时密封副之间的零摩擦、低扭矩, 并通过三维模拟, 分析并确定出最优的偏心值, 从结构上降低偏心产生的不平衡力矩, 实现偏心蝶阀在开启瞬间密封副密封面完全脱离, 关闭瞬间密封副密封面完全接触。详细结构见图1。

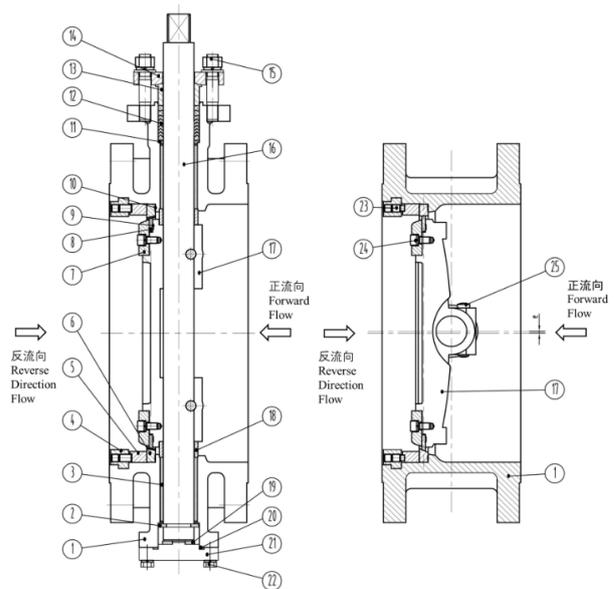


图1 低压蒸汽放空用金属密封蝶阀的结构图

1-阀体 2-对开环 3-轴套 4-四开环 5-阀座压环 6-阀座 7-密

作者简介: 贾伟荣(1986.11-), 男, 工程师, 从事控制阀研发设计。

封环压环 8-密封环 9-密封环垫片 10-阀座垫片 11-填料底垫
12-组合填料 13-填料压盖 14-填料压板 15-填料螺母 16-
阀杆 17-阀板 18-止推环 19-止推垫 20-阀盖密封垫 21-底盖
22-底盖螺栓 23-紧定螺钉 24-压紧螺钉 25-圆锥销

(2) 低扭矩的设计: 结构设计时考虑温度和压力对扭矩的影响, 优化偏心取值, 最大限度的降低蝶阀的开关扭矩和调节扭矩。

(3) 双向密封设计: 结构设计时考虑温度对密封性能的影响, 密封性能的测试必须模拟现场工况压力和温度进行密封性能测试。同时为了满足流开流向的安装要求, 必须保证反向密封和正向密封性能一致。

(4) 流向的选择: 因为蝶阀长期处于关闭状态, 选择

流开流向, 通过借助介质压力, 使蝶阀在紧急状况下打开放空, 同时实现平稳打开, 防止小开度卡涩和过冲。

3 蝶阀的设计结构分析研究

3.1 双斜边密封锥面不自锁结构

斜锥面偏心采用双斜边密封锥面设计, 增大圆锥半角, 有利于密封环和阀座的快速脱离。可降低径向偏心距, 减小打开扭矩, 有利于双向密封, 延长密封副寿命。见图2。

灵活运用双斜边密封锥面设计, 使得打开的接触角始终大于摩擦自锁角, 避免出现打开扭矩变大或者打开困难的问题。见图3。

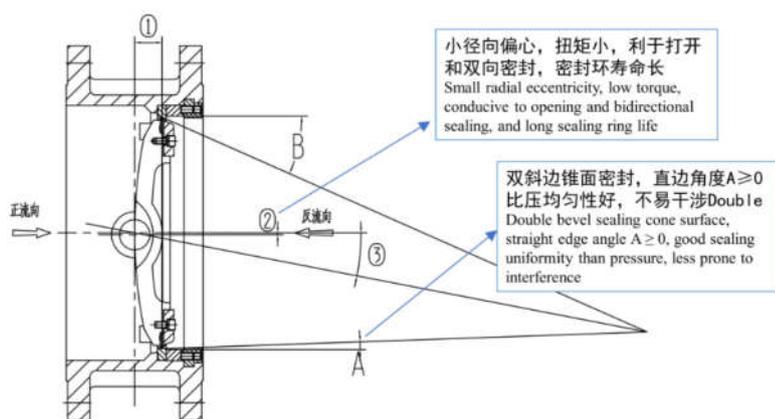


图2 双斜边密封锥面不自锁结构示意图

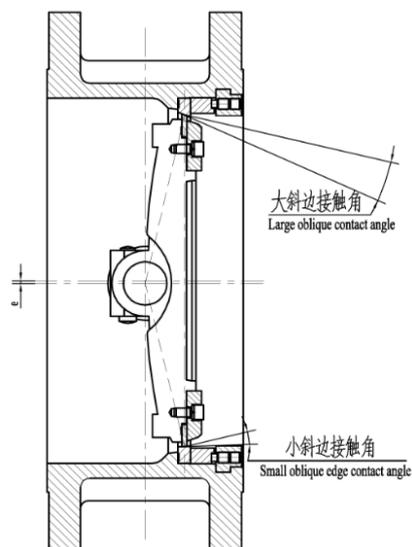


图3 密封接触角示意图

3.2 分体式阀座密封环结构

采用模块化密封设计理念, 阀座和密封环单独零件设计, 可根据此工况选择材料和硬化方式。密封副完全可以互换, 灵活的材料配比, 高温自适应能力强, 高温工况不易卡涩。针对此工况, 根据试验模拟, 阀座采用304材质, 密封面堆焊钴基12号合金; 密封环采用17-4PH材质析出硬化处理, 表面硬度HRC28-32。

3.3 弹性金属密封环的双向密封结构

弹性金属密封环, 产生弹性的径向和轴向变形, 自适应不同压力, 不同温度, 不同流向的严密切断场合, 以最小的扭矩实现最严密的切断功能。弹性密封环自适应密封位置变化。见图4。

径向偏心距缩小使得反向密封扭矩很小, 加厚加深轴承, 反向密封轴承支撑好, 无变形, 弹性密封环自适

应反向密封时的位置变化, 密封副应力严格计算在弹性范围内, 正反向密封时不同密封比压自适应, 密封环精密研磨粗糙度Ra0.1~0.2, 有利于实现双向密封。

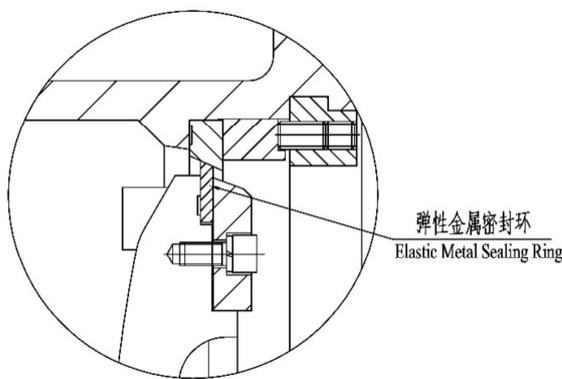


图4 弹性金属密封环示意图

3.4 双向支撑结构

上下支撑轴承直接深入到密封副密封线直径内，轴承安全支撑，阀杆无变形，阀板和密封环无位置变化，有利于实现双向密封。见图5。

3.5 高温自适应补偿结构

通过高温试验验证，优化零件材料配比，阀座与阀体采用合理间隙，密封环和阀板采用合理间隙，高温下自适应补偿密封；通过高温试验验证，轴套和轴采用合

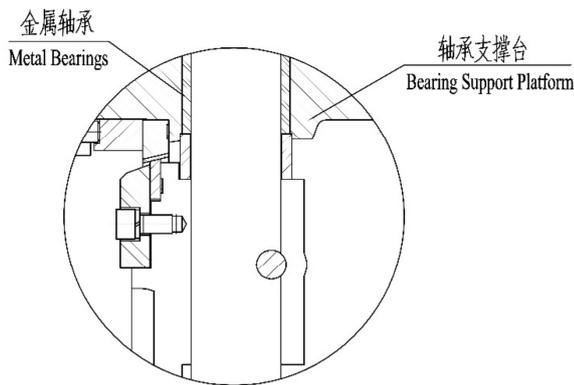


图5 双向支撑示意图

理间隙，防止轴和轴套在高温下的抱死现象，同时使轴和阀板位置不发生变化，密封副密封位置不发生变化，防止密封副在高温下卡涩，同时保证高温的密封性能。

3.6 填料动态密封结构

填料采用双重组合V型密封填料，PPL材质和碳纤维材质组合，防止填料和阀杆粘结，保证填料的密封性能，并采用碟形弹簧预紧装置，自动调整轴向密封比压，保证轴向密封无泄漏，填料密封可靠。见图6。

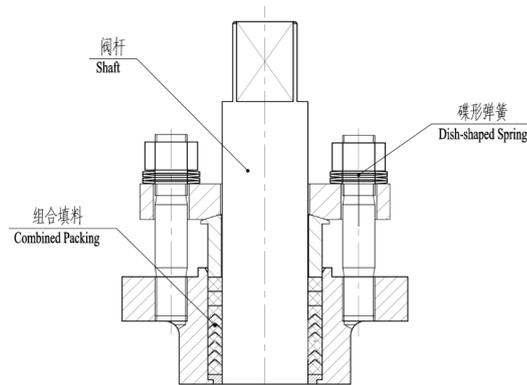


图6 填料动态密封结构示意图

4 试验和现场使用情况

通过模拟现场压力和温度进行开关动作，密封性能试验和定位器控制小开度下的动作试验。试验结果：蝶阀开关动作正常，无卡涩；蝶阀在模拟现场压力和温度下，密封性能满足API598的要求；通过定位器控制，蝶阀小开度开关动作平稳，无卡涩和过冲现象。

蝶阀在湖北三宁化工股份有限公司合成氨原料结构调整及联产60万吨乙二醇项目低压蒸汽放空工况中试用，运行良好，满足使用要求。

结束语

通过对低压蒸汽放空用金属密封蝶阀的结构设计研究，解决了常规蝶阀在此工况使用过程中的主要问题，提高了蝶阀的使用寿命和性能，满足了煤化工乙二醇装置的长周期安全运行要求。

参考文献

- [1]钱笑公.先进煤气化工艺简介[J].煤炭加工与综合利用.1988(2)
- [2]陆培文,等.阀门设计入门与精通[M].北京:机械工业出版社.2009
- [3]杨源泉,等.阀门设计手册[M].北京:机械工业出版社.2000
- [4]孙销霞,等.实用阀门技术问答[M].2版.北京:中国标准出版社,2008
- [5]陆培文,等.实用阀门设计手册[M].2版.北京:机械工业出版社,2007
- [6]陆培文,等.国内外阀门新结构[M].北京:中国标准出版社,1997