

第七届全国阀门与管道 学术会议论文集

主编 | 朱绍源

第七届全国阀门与管道 学术会议论文集

Proceedings of the 7th China Conference on Valves and Pipings

主 编 朱绍源

副主编 王 渭 杨 恒 邵建农 张晓忠 张清双 胡 军

图书在版编目(CIP)数据

第七届全国阀门与管道学术会议论文集/朱绍源主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2019.9

ISBN 978-7-5650-4602-5

I. ①第… II. ①中… III. ①阀门—学术会议—文集②管道—学术会议—文集 IV. ①TH134-53②U173-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 173625 号

第七届全国阀门与管道学术会议论文集

朱绍源 主编

责任编辑 刘 露

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2019 年 9 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2019 年 9 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	889 毫米×1194 毫米 1/16
电 话	综合编辑部:0551-62903028 市场营销部:0551-62903198	印 张	42
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	1400 千字
E-mail	hfutpress@163.com	印 刷	安徽联众印刷有限公司
		发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-4602-5

定价:398.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

第七届全国阀门与管道学术会议

主办单位：

中国机械工程学会流体工程分会

承办单位：

合肥通用机械研究院有限公司

大通互惠集团有限公司

远大阀门集团有限公司

温州系统流程装备科学研究院

上海市机械工程学会流体工程分会

支持单位：(以汉语拼音为序)

奥工阀门有限公司

福建省特种设备检验研究院

精工阀门有限公司

科科阀门实业有限公司

上海特一阀门有限公司

上玉集团有限公司

特技阀门集团有限公司

天正阀门有限公司

信泰阀门集团有限公司

永隆阀门有限公司

浙江伯特利科技有限公司

浙江石化阀门有限公司

保一集团有限公司

环球阀门集团有限公司

科福龙阀门集团有限公司

良工阀门集团有限公司

上海增欣机电科技股份有限公司

上正阀门集团有限公司

天胜阀门集团有限公司

温州滨特尔控制设备有限公司

英侨机械制造有限公司

永一阀门集团有限公司

浙江省机电产品质量检测所

浙江永园阀门有限公司

第七届全国阀门与管道学术会议 筹备工作委员会

主任委员:李 鲲

副主任委员:黄明亚 蔡天志 闫国安 陈鉴平

胡宋孝

委 员:(以汉语拼音为序)

高开科 何朝辉 洪有福 焦长安

乐秀辉 李小明 沈允铤 舒平玲

王金富 余晓明 郑荣部 朱绍源

《第七届全国阀门与管道学术会议论文集》 编辑工作委员会

主 编:朱绍源

副主编:王 渭 杨 恒 邵建农 张晓忠

张清双 胡 军

编辑专家组:(以汉语拼音为序)

陈殿京 陈华祥 陈立龙 符明海

郭怀舟 郝伟沙 胡春艳 胡 贇

贾琦月 蒋晓红 焦晓伟 柯一杭

李树勋 明 友 邱晓来 童成彪

王晓江 王晓钧 吴怀昆 徐维普

英文编辑:胡 军

序

阀门是承压类特种设备——压力管道的重要组成件,其广泛应用于石油化工、油气管网、核电、船舶、军工、电力、冶金、供水等国家重点工程和民生项目中,在保障工业装置和城市生命线工程安全等方面发挥着重要作用。

近年来,随着大型液化天然气接收站、大口径高压长输管线、大型煤化工、超超临界火力发电、新型核电站、氢能利用、海洋油气开发等国家重大工程项目的建设,对阀门提出了新的、更高的要求,其特点是高参数、高性能,且不断向极端化、智能化和节能环保等方向发展。一方面,应用工况趋向极端苛刻恶劣,介质条件复杂多样,如超低温、强腐蚀、高温高压、易燃易爆等;另一方面,执行机构多样化,对远程操控、智能运行的要求不断提高。这对我国阀门制造业既是一场挑战,也是一次机遇。

习近平总书记指出:“关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的。”当前,我国正在谋划国家制造强国建设战略和面向 2035 的科技发展战略。特种设备与国产大飞机、高铁、核电、工程机械一起,被党中央、国务院列入质量提升行动的关键装备。这对我国阀门制造业既是光荣的使命,也是历史的责任。

《第七届全国阀门与管道学术会议论文集》汇集了近年来我国阀门与管道领域最新成果,是全国阀门与管道技术工作者智慧的结晶。值此“第七届全国阀门与管道学术会议”召开之际,我谨向全国阀门与管道技术工作者致以热烈的祝贺。相信本次会议一定能够为阀门产品的研发、生产和应用技术人员提供一个高水平的学术交流平台,进一步促进阀门行业的产品升级和技术进步,保障高质量阀门技术与产品供给,为我国阀门行业的高质量发展做出新的、更大的贡献。

中国工程院院士

合肥通用机械研究院有限公司董事长



2019年2月

前 言

经过半个多世纪的发展,我国目前已成为世界上阀门制造企业最多的国家。近十年来,国内阀门行业进入快速发展时期,不仅产值、产能上有大幅增长,而且在产品的研发能力、自主创新和相关技术应用等方面也都有很大进步。

为了更好地展示我国阀门行业最新技术成果,加强行业技术交流,促进产品升级和技术创新,活跃行业学术气氛,中国机械工程学会流体工程分会决定于2019年10月组织召开“第七届全国阀门与管道学术会议”,并为此进行了论文征集活动。本次活动共收到应征论文139篇,经过专家组评审,我们从中选取了103篇论文编印成册。收录的论文涉及产品设计、材料及制造、试验与检验、驱动装置、标准研究、技术交流等多个方面。这些论文反映了我国阀门行业产品及装置在设计、制造、检验、应用等方面取得的成果。希望本论文集能够成为广大阀门工程技术人员有价值的参考文库。

本届会议由中国机械工程学会流体工程分会主办,由合肥通用机械研究院有限公司、大通互惠集团有限公司、远大阀门集团有限公司等单位承办。中国工程院院士陈学东研究员为会议论文集撰写了序言,在此向他表示感谢,并向对本次会议的举办及论文集的出版付出辛勤努力的全体人员表示衷心的感谢!

由于时间和水平限制,论文集中错误和疏漏之处在所难免,敬请广大读者和论文作者谅解并予以指正!

编 者

2019年5月

目 录

产品设计

- 超低温固定式球阀密封结构的改进..... 张 宁(1)
- 超低温球阀阀座和阀体间密封结构设计与低温计算..... 茅岭峰 张清双(6)
- 串联多级节流控制阀阀内介质压力智能化无害分布设计..... 耿圣陶 王 渭 徐 滢,等(12)
- 单面强制密封闸阀楔形闸板受力分析与计算 邬佑靖 叶超超(19)
- 低压先导式安全阀的结构设计和分析..... 王元清 黄世强 谭乐嘉,等(23)
- 阀门压力密封阀盖强度设计 刘明华(27)
- 浮动球阀唇式密封座的设计原理 邬佑靖 王晨骏(31)
- 高温蝶阀三偏心弹性阀座的密封原理与结构设计 李宪厂 陆培文(36)
- 高温高压复合阀结构技术研究..... 李志鹏 张湘泉 李 豪,等(42)
- 高温燃气电磁阀径向间隙的设计与验证..... 程亚威 雷 恒 谢 宁,等(47)
- 黑水陶瓷调节球阀防气蚀结构校核..... 明 友 王 渭 陈凤官,等(53)
- 华龙一号堆型核电关键阀门国产化研究 王悦琴(58)
- 基于有限元分析的滑板阀设计研究..... 杨雪华 龚宝龙 徐兴华,等(64)
- 具有输出压力响应流量变化功能的动态减压阀 柴为民 路远航 张雪根(74)
- 两相流闸阀在应用中的改进 矫永臣 周 婧 刘 鑫(79)
- 排渣阀的设计改进 陈铁军 宋良锰(86)
- 浅谈采气控制阀的设计与计算..... 吴志军 吴尖斌 胡家勇,等(93)
- 浅析水下阀门的特点 张少波(98)
- 强制密封旋塞阀的研发及运用..... 邓继林(104)
- 燃气轮机用紧急切断阀结构设计与计算..... 张清双 茅岭峰(113)
- 三偏心金属硬密封蝶阀的原理和设计..... 王 芳(120)
- 双向金属密封蝶阀密封副结构的改进..... 赵志城 张伟恒 洪 辉(126)
- 四偏心蝶阀设计及零件强度计算..... 张清双 吴斌彬 茅岭峰(128)
- 无导向环泄压式先导阀设计理念及设计方法..... 孙志强 郑晓东(138)
- 液压半球型渣浆泵控制阀 邵建农 李志鹏 冯玉柱,等(144)
- 一种闪蒸工况用阀门及其阀芯、阀座结构的研究 王 伟 袁 军 张 卓(151)
- 止回阀用扇形阻尼缓冲油缸设计..... 赵志城 王 瑞 周 德(159)

智能制造下阀门产品的数字化设计..... 陈 林(165)

90°回转摇臂式传动机构的分析计算 刘志刚(170)

FBE防腐耐磨涂层在阀门中的应用 吴志强 汪春臣 郑益丰,等(175)

材料及制造

不锈钢应变硬化 B8 Class 2 螺柱高温性能研究 索江龙 高开科(181)

超音速火焰喷涂 WC-CoCr 涂层的性能及其在球阀上的应用 邱晓来 王汉洲 刘 宝,等(190)

钢的化学热处理..... 夏许超(196)

高压加氢装置用阀门用钢和腐蚀及“使用寿命”..... 乐精华 董 霞 陆钰珍(203)

球阀铸钢件裂纹与缩孔缺陷的成因分析及解决方法..... 倪国勇 黄进东 路长春(210)

适用于阀门管道用新型超低温材料的研发..... 马保斌 路 琛 倪国勇(219)

氩氢混合气在奥氏体不锈钢钨极氩弧焊中的应用..... 甘进宝(227)

316Lmod 超低碳不锈钢的焊接技术 杨桂宏(231)

LNG 超低温阀门材料的研究与应用 李 想 肖 箭 孙 奇(237)

试验与检验

安全阀试验系统技改分析..... 崔卫东 张伟涛 王 焱(252)

金属阀门到货验收..... 徐维普 赵 兵(256)

阀门低温试验内腔温度测量的研究 吴怀昆 高红彪 郭怀舟,等(261)

阀门密封泄漏率的检测和判定..... 张 明 陈立龙 王轶栋(264)

风阀动态性能测试的控制系统设计..... 李伟立 陈林 葛黎明(268)

高温阀门性能测试装置的设计 吴怀昆 胡 军 郭怀舟,等(275)

工业阀门的热态验证 朱绍源 吴怀昆 郝伟沙,等(279)

基于高速数据采集的低温安全阀性能测试装置研究 吴怀昆 高红彪 郭怀舟,等(285)

金属阀门压力试验机标准化生产技术探讨..... 赵 兵 徐维普(291)

先导式安全阀在线校验装置的研究与设计..... 王学彬 郭清云(294)

ACP1000 核级稳压器安全阀的冷态和热态性能试验 符明海 袁奕雯 李 斌(300)

YFB-ZD/300 型全自动阀门试验台设计 张 健 胡展鹏(304)

驱动装置

部分回转电动装置花键接头结构及其使用..... 王学雷(312)

部分回转阀门电动装置常用二级减速机构性能分析..... 王景军(317)

电动阀门的手动操作力与所需时间..... 王景军(324)

电动装置蜗轮损坏的相关问题综述..... 王学雷(332)

独立式部分回转电动装置二级减速机构研究..... 赵 龙(338)

多回转电动装置的维修工艺性	赵 龙(344)
阀门电动执行机构电气控制系统的逐步发展	邵 杰(350)
阀门电动装置的耐火试验	吴 磊 曹 春 李永钧,等(358)
阀门电动装置蜗轮传动副材料与适用性探讨	王学雷(362)
阀门启闭扭矩测试规程的研究	项美根 项晓明(370)
SCD 高温高速型电动装置原理与实用效果	王景军(375)

标准研究

国标 GB/T 51257 中关于阀门规定的解读	贾琦月(380)
过压保护安全装置国际标准化工作介绍	胡 军 王 鸿 郝伟沙,等(385)
《CGA G-4.14 液氧用阀门设计、制造、安装、操作和维修》解读	张清双 吴斌彬(388)
ISO/TC153 阀门最新国际标准工作及研究	胡 军 胡春艳 郝伟沙,等(395)

技术交流

标准 ASME B16.34 中参数 $\sqrt{dt_m}$ 的物理解读	肖 莉 杨熙翀 郭佑靖(400)
不断实现自我突破的先导式安全阀	陈殿京 王亦道(406)
不同压力等级系列化筒形天然气管线球阀最大弯矩及密封研究	李树勋 雒相垚 徐晓刚,等(411)
导流式速闭止回阀防水锤分析	刘丰年(420)
低温阀门阀杆结冰机理分析及应对措施探讨	朱绍源 焦长安(425)
多功能轴流式安全截断阀结构特点及应用前景	王元清 魏连康 张月伟(430)
多级降压孔板流激振动特性数值模拟研究	李树勋 潘伟亮 王天龙,等(435)
阀门产品特种设备制造企业能力要求评述	袁奕雯 符明海(446)
阀门流道结构对流体特性影响的分析与研究	张 明 陈立龙 王轶栋,等(452)
阀体流道结构对套筒式调节阀流动特性的影响	吴嘉懿 钱锦远 侯聪伟,等(458)
高性能蝶阀的发展及结构对比分析	郭佑靖 成 勇(468)
高性能高参数减温减压装置的研究	陈立龙 张 明 陈卫平,等(475)
高压差套筒式控制阀中漏斗形节流窗口的参数分析	侯聪伟 吴嘉懿 钱锦远,等(482)
高压降迷宫套筒组合调节阀设计及流动特性研究	李树勋 朱 禄 徐晓刚,等(492)
工业规模级高压密相煤粉流量控制阀特性研究	王 渭 明 友 陈凤官,等(501)
锅炉安全阀现场调试中的频跳分析与处理	陈金龙(508)
核级阀门基频提高理论研究及效果分析	张希恒 薛睿渊 杨豪杰,等(516)
火电厂动力驱动泄放阀配置及排量计算分析	唐惠锋 张传虎 鹿焕成(522)
基于 CFD 技术的三通调节阀内部流动性能研究	靳淑军 李 忠 章茂森(528)
基于 DOE 技术解决中线蝶阀阀瓣外径尺寸波动问题	刘丰年(534)
基于有限元分析的钢塑转换接头的过盈量分析	夏胜建 李美蓉 张晓忠,等(541)

- 夹套管失稳问题分析..... 林 晖 王立志(548)
- 空气阀内部结构及数值模拟研究 朱慈东 李志鹏 廖志芳,等(553)
- 控制阀选型计算研究..... 董晓飞 杨 恒 孙 巍(562)
- 笼罩式阀芯开孔孔隙率对减压阀流动特性影响的数值研究 仇 畅 钱锦远 侯聪伟,等(567)
- 某三通调节阀内部湍流动能和耗散率分析 章茂森 李 忠 靳淑军,等(577)
- 某系统用膜片式电磁阀内部流动性能分析研究 李 忠 章茂森 靳淑军,等(584)
- 浅谈深海球阀设计和研发的方向..... 焦晓伟 王彦锋 陈 洋(592)
- 浅析降低 Y 形阀门流阻方法 孟庆银(595)
- 双关断旋塞阀负载特性研究..... 胡 攀 李小明 杨振宁(601)
- 套筒式减压阀流量系数计算与验证..... 童成彪 周光永 周志雄(608)
- 填料密封性能分析与结构优化..... 王龙升(618)
- 微扭矩球阀代替直流电动平行座闸阀可行性研究..... 张清双 茅岭峰(625)
- 压水堆核电站稳压器安全阀对比分析..... 张 健 连晓锋 于新海(633)
- 一种基于物联网的远程一对多控制策略 郭怀舟 吴怀昆 朱绍源,等(640)
- 长输管线球阀密封机理失效原因分析及对策 陶国庆 宋忠荣 刘建峰,等(646)
- 轴流式控制阀特点及应用..... 王元清 张月伟 魏连康(653)

超低温固定式球阀密封结构的改进

张 宁

(南京择善精密机械有限公司,江苏 南京,211200)

摘 要:介绍了超低温固定式球阀的新型密封结构、设计要点及制造难点。

关键词:超低温;球阀

The Design Improvement of Sealing Structure of the Cryogenic Trunnion Mounted Ball Valve

Zhang Ning

(Nanjing Zeshan Precision Machinery CO.,LTD. Nanjing 211200,China)

Abstract: This article introduces a new type sealing structure, design key points and manufacturing difficulties of cryogenic trunnion mounted ball valve.

Keywords: cryogenic; ball valve

1. 引言

超低温固定式球阀广泛应用于天然气液化、天然气运输、天然气汽化等超低温工况。由于阀门的工作温度为 -163°C ,试验温度为 -196°C ,常规材料易产生硬化,并且试验介质为分子量较小的氦气,所以超低温对密封的要求非常高。在生产实践中,常规固定式球阀密封结构,不能够满足超低温性能的要求,试验合格率极低。

经过多次研究,设计了新型的带压盖法兰凸台式密封结构,经检验新型密封结构能够满足超低温试验的要求,泄漏量仅为标准 BS6364 定值的四分之一,满足 SHELL MESC SPE77/306 泄漏量要求。

2. 常规的阀座密封设计

图 1 为滚压式阀座密封结构,非金属密封环(序号 2)与球体(序号 1)之间的密封性能,是影响超低温球阀内泄漏的重要因素。

滚压式阀座,在试验温度 -196°C 工况下,非金属密封环 PCTFE(或其他聚合物)和金属材料都会发生向中心收缩和硬化现象,特别是非金属密封环,直径收缩量约为 3%。收缩后,非金属密封环依靠滚压的预紧力完全丧失,密封面 A(图 2)与固定器金属密封面全部脱离。此时,仅靠介质作用力推动非金属密封环与固定器金属密封面 B 接触,起到密封作用。由于介质作用力比较小,不能满足此时所需要密封比压,导致超低温球阀内泄漏严重。

另外,滚压式阀座的滚压量很难控制和调节,会出现密封预紧力不足或过多的情况,这些都将影响密封性能。

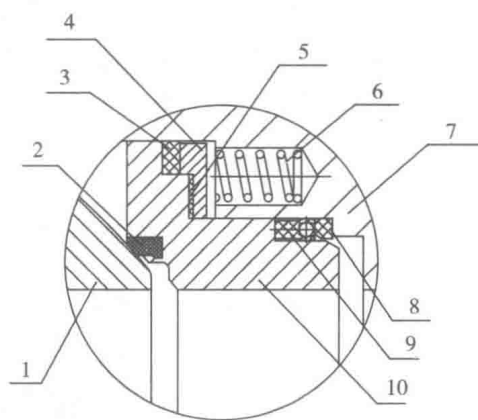


图 1 滚压式阀座密封结构

- 1. 球体 2. 滚压式密封环 3. 密封垫片
- 4. 夹持器 5. 密封垫片 6. 预紧弹簧
- 7. 球阀阀盖 8. 垫环 9. Lip Seal 密封环 10. 固定器

3. 新型阀座密封设计

针对上述常规滚压式阀座密封结构的密封性能问题,经过认真的思考、分析,我们设计了压盖法兰凸台式阀座密封结构(图 3),经过多次超低温试验,证明这种密封结构可以满足-196℃工况下的密封要求。

压盖法兰凸台式阀座密封结构主要有法兰式唇边密封环、凸台、固定器等零部件组成,加工简单,易于密封。下面予以详细介绍。

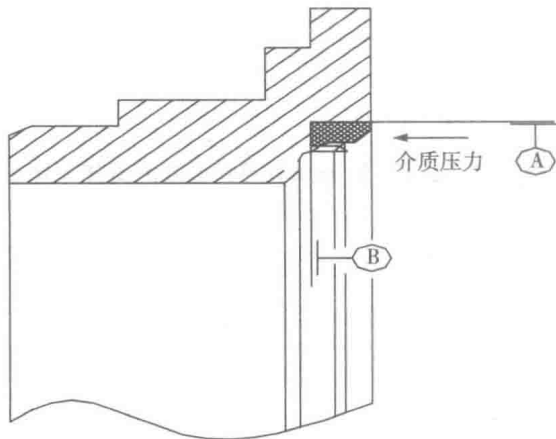


图 2 滚压式阀座组件

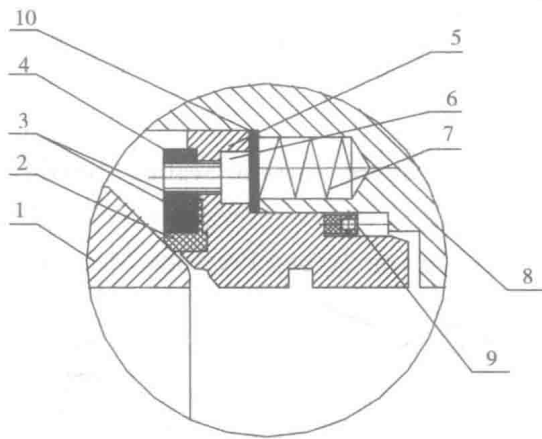


图 3 压盖法兰凸台式阀座密封结构

- 1. 球体 2. 法兰式唇边密封环 3. 凸台 4. 压盖法兰
- 5. 固定器 6. 内角螺钉 7. 预紧弹簧 8. 球阀阀盖
- 9. Lip Seal 密封环 10. 防火垫片

3.1 阀座法兰式压紧结构

如图 4 所示,压盖法兰在固定器前端,利用内六角螺钉形成预紧力,挤压膨胀 PCTFE 带以实现固定和密封,通过阀座的法兰式压紧,能够有效地阻止超低温下密封面处的泄漏。由于其是内六角螺钉拧紧固定,这样它就可以根据现场需要,调整内六角螺钉的预紧力,而且其拆卸十分方便,不易产生松弛。

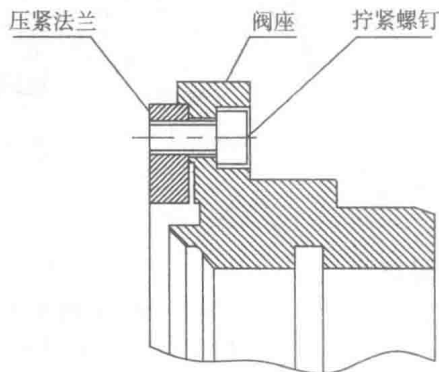


图 4 阀座法兰式压紧机构

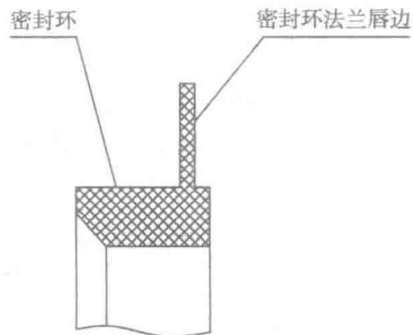


图 5 法兰式唇边密封环

3.2 法兰式唇边密封环

如图 5 所示,压盖法兰与固定器之间采用了新型膨胀 PCTFE,并将阀座密封环设置法兰式唇边,通过压紧内六角螺钉的预紧力,法兰式唇边密封环在低温工况下实现密封;并且其适用范围很广,在低温及超低温工况性能也很稳定。

3.3 固定器凸台结构

如图 6 所示,由于法兰式唇边密封环很薄,要保证压盖法兰与固定器在压紧之后的密封效果,在固定器上设计两个或多个凸台,从而形成迷宫式密封结构,以减少泄漏量,提高密封性能。

3.4 Lip Seal(弹簧蓄能密封环)密封环的应用

Lip Seal 密封圈是一个带有聚四氟乙烯(或其他聚合物材料)夹套的压力辅助密封装置,其中特别装备了一个耐腐蚀的金属蓄能弹簧。当 Lip Seal 密封圈装在密封沟槽内时,弹簧受压,促使夹套唇边紧贴密封沟槽,由此形成密封。弹簧给密封夹套提供永久弹力,并弥补材料磨损及配合零件的偏移或偏心,系统压力也会辅助密封夹套蓄能。通过弹簧弹力和系统压力,无论在高压或低压情况下,都可以实现有效密封。V 型弹簧 Lip Seal 密封圈(图 7)适于中等负载场合的动、静态应用,适合用于球阀的端面密封;O 型弹簧 Lip Seal 密封圈(图 8)适于中载荷或重载荷的动、静态应用,适合应用于球阀的阀座密封。

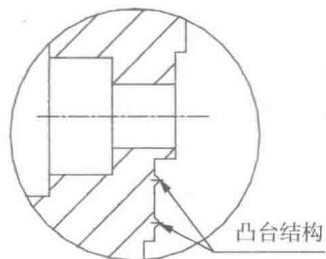


图 6 固定器凸台机构

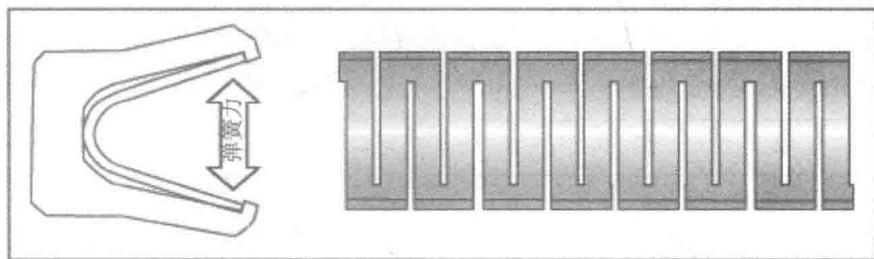


图 7 V 型弹簧(Cantilever Spring)

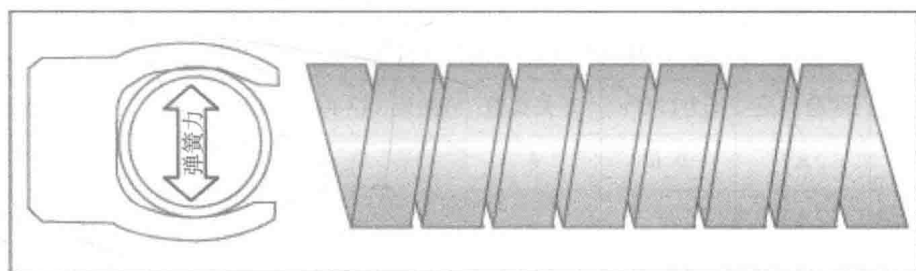


图 8 O 型弹簧(Cantilever Spring)

可根据动、静态或内外压力等各种应用场合,选用 V 型或 O 型的弹簧形式及密封唇设计,展现不同的密封力及可压缩变形量(图 9)。弹簧力的大小会影响 Lip Seal 的密封性能、摩擦及磨损行为,而可压缩行程决定了 Lip Seal 对于密封唇磨损及密封沟槽尺寸公差变异的补偿能力。

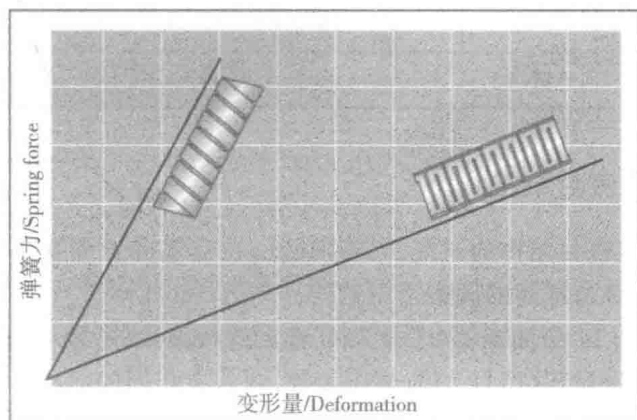


图 9 V 型和 O 型弹簧压缩变形量

4. 两者密封结构的比较

对 8 英寸 600LB 三片式超低温固定球阀,在同等条件下,分别采用滚压式阀座密封结构和压盖法兰凸台式阀座密封结构,进行超低温试验。试验结果见表 1、表 2 所列,从表中可知,采用压盖法兰凸台式阀座密封结构在不同试验压力下泄漏量均远小于滚压式阀座密封结构的泄漏量。

表 1 滚压式阀座密封结构试验记录

低温静密封试验(试验温度-196℃,测试介质为氦气)									
试验步骤	项次	试验阀座	压力(MPa)	开关次数	开扭矩(N·m)	关扭矩(N·m)	泄漏量(cm ³ /min)		
1	a	A	0.6	0			160	340	
	b	A	2	0			950	1680	
	c	A	6	0			大漏	大漏	
	d	A	11.1	0			大漏	大漏	
2	a	B	0.6	0			75	145	
	b	B	2	0			150	110	
	c	B	6	0			510	500	
	d	B	11.1	0			2490	3000	

表 2 压盖法兰凸台式阀座密封结构试验记录

低温静密封试验(试验温度-196℃,测试介质为氦气)									
试验步骤	项次	试验阀座	压力(MPa)	开关次数	开扭矩(N·m)	关扭矩(N·m)	泄漏量(cm ³ /min)		
1	a	A	0.6	0			150	60	
	b	A	2	0			240	285	
	c	A	6	0			310	320	
	d	A	11.1	0			390	385	
2	a	B	0.6	0			120	100	
	b	B	2	0			230	190	
	c	B	6	0			390	350	
	d	B	11.1	0			420	400	

5. 其他几种压盖法兰式密封结构

通过对压盖法兰凸台式阀座密封结构的研究及试验验证,在其基础上演变出下列 4 种常用于超低温球阀的阀座密封结构,同时也可以用于普通球阀的阀座密封结构。

(1)如图 10、图 11 所示,在图 11 中固定器(序号 7)放置在球阀阀体(序号 4)中,使球体和碟形弹簧得到固定。碟形弹簧将固定器压向球体,使密封环(序号 2)与球体接触,两者有相同的曲率半径。压缩弹簧将密封环推向球体密封面,密封环上部有锯齿密封面,使得与固定器形成迷宫式密封,提高密封性能。

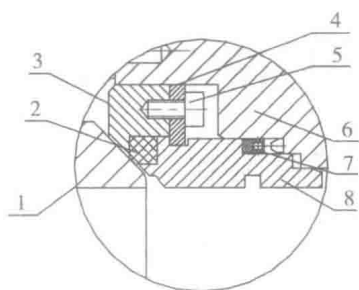


图 10 固定球阀 a

1. 球体 2. 密封环 3. 压板 4. 压板 5. 内角螺钉
6. 球体 7. Lip Seal 密封环 8. 固定器

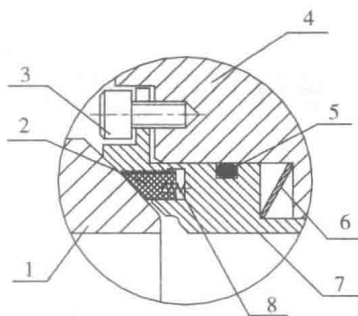


图 11 固定球阀 b

1. 球体 2. 密封环 3. 内角螺钉 4. 球阀阀体
5. 密封环 6. 碟形弹簧 7. 固定器 8. 预紧弹簧

(2)在图 12 中,两种相同的密封原理。由预紧弹簧(序号 6)向弹簧座(序号 7)施加压力并传递给密封环,将密封环(序号 8)推向球体密封面。在两种密封环均采用唇边密封环,唇边一端被密封固定在球体中。

密封特点:密封接触部位小、使用的温度及介质种类范围大,而且不增加阀门的操作扭矩就可以提高阀门的密封性能。

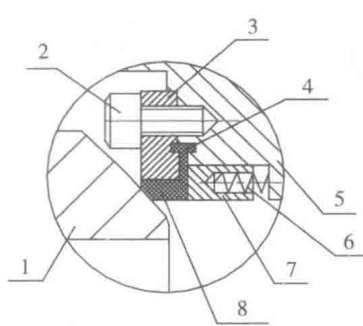
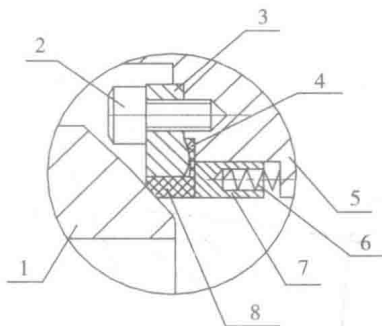


图 12 固定球阀 c

1. 球体 2. 内角螺钉 3. 压盖法兰 4. 8. 密封环 5. 球阀阀体 6. 预紧弹簧 7. 弹簧座

6. 结语

超低温固定球阀技术目前在国内尚处于初期阶段。我们将进一步研究超低温球阀压盖法兰凸台式阀座密封机构的性能,通过大量的试验积累丰富的设计经验,从而提高超低温球阀阀座的密封性能。

参考文献

- [1] 杨源泉. 阀门设计手册[M]. 北京:机械工业出版社,1992.
- [2] 陆培文. 阀门设计手册[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
- [3] 成大先. 机械设计手册第四版(第 3 卷)[M]. 北京:化学工业出版社,2004.

作者简介

张宁(1983—),男,工程师,从事阀门密封产品开发和研究工作。

超低温球阀阀座和阀体间密封结构设计与低温计算

茅岭峰 张清双

(江苏神通阀门股份有限公司,江苏 启东 226232)

摘要:基于现有超低温球阀常见结构密封泄漏的分析,提出了一种超低温球阀阀座和阀体间密封结构设计,给出了超低温球阀几种必要的计算内容。

关键词:超低温球阀;密封泄漏;结构设计;计算

Design of Sealing Structure and Low Temperature Calculation between Valve Seat and Valve Body of Cryogenic Ball Valve

Mao Lingfeng Zhang Qingshuang

(Jiangsu Shentong Valve Co., Ltd, Qidong 226232, China)

Abstract: Based on the analysis of common structural seal leakage of existing cryogenic ball valve, a seal structure design for valve seat and valve body of cryogenic ball is presented, several necessary calculation methods for cryogenic ball valves are given.

Keywords: cryogenic ball valve; leakage of seals; structural design; calculation

1. 引言

近几年,随着液化天然气(LNG)的广泛应用,对超低温工况下应用的阀门的要求也越来越高。超低温系统用球阀常采用上装式非金属密封结构,常用公称尺寸为 NPS1/2~NPS24(DN15~DN600),常用压力等级为 Class150~Class1500。由于工况条件特殊,属于超低温状态,因此超低温球阀需经合理结构设计,低温状态装配间隙和螺栓紧固力矩计算,才能保证其具有良好的性能。

超低温球阀主要应用于液化天然气及空分行业的装置上,输出的液态介质有:液氧(LOX)、液氢(LH₂)、液化天然气(LNG)、液化乙烯(LEG)、液氮(LIN)、液化石油气(LPG)等。其中部分介质不但易燃易爆,且容易发生气化,气化时体积急剧膨胀,并促使压力急剧上升,如果阀门结构设计不合理,则会造成中腔积压,从而导致承压边界失效,甚至阀门开裂爆炸,造成严重伤亡事故。

2. 现有阀座和阀体密封结构

2.1 波纹管密封结构

国外某公司的超低温球阀产品(图1)的阀座和阀体间密封采用波纹管式加缠绕垫组合密封结构(图2),阀座、波纹管、螺纹座三者进行密封焊连接,形成波纹管阀座组件,此组件无任何泄漏产生点,螺纹座与阀体通过螺纹连接,螺纹座后设有密封垫片,密封垫片通过螺纹紧固并达到密封垫片所需的密封比压;波纹管阀座组件上设有波纹管防旋转机构,并通过螺纹连接的方式连接在阀体上,保证了波纹管在组件旋转过程中与另外两个部件相对静止,不会因此产生波纹管扭矩,并易于进行拆卸。波纹管机械密封最显著的特点就是浮动性好,因而在管道的振动及球阀启闭过程中不会产生偏摆,密封性能可靠。此种结构在中低压工况下经过长期使用,证明了其在超低温下的高可靠性,并具有良好的密封效果,但因为受波纹管特性及制造工艺水平影响,波纹管在大口径阀门中使用效果不佳,波纹管密封球阀最大规格仅能做到 NPS6、Class1500 磅级,但在 LNG 接收站部分站点所需阀门