

超低温阀门结构优化设计探析

于刚

(江苏省阀门产品质量监督检验中心 江苏 盐城 224500)

摘要: 最近几年, 随着社会科学技术的不断发展, 超低温流体介质应用范围在不断扩大, 并且相应的生产制造、存储与运输设备也得到进一步的发展。其中, 超低温阀门成为设备之中最为重要的关键结构部件, 对整个加工或者运输系统都产生了重要的作用。因此, 本文基于对超低温阀门材料选择的分析, 具体阐述超低温阀门结构优化设计的有效途径, 希望通过这样的方式能够对超低温阀门结构有更全面的了解, 以便在后续的设计与应用中有更强的针对性、实效性。

关键词: 超低温阀门; 结构; 设计

0 引言

科学技术的发展使得现阶段对于石油天然气能源的开发利用程度逐渐加深, 液化天然气的产量也在不断的增加, 再加上相比煤炭等资源, 液化天然气在清洁性方面拥有较为突出的优势, 最终使得液化天然气进入千家万户, 成为生活之中不可缺少的能源之一。从最近几年的发展情况来看, 液化天然气应用越来越广泛, 而基于性质的分析, 其本身存在易燃易爆易汽化的特点, 无论是在运输过程中、存储过程中还是在控制过程中都存在严格的要求。为了确保液化天然气能够稳定的供给, 就需要提高各个环节设备的技术标准。在液化天然气输送系统之中, 阀门作为主要的控制设备, 无论是在导流、截止还是在调节、稳压或是分流等环节都能发挥重要的作用。

1 超低温阀门材料选择

在液化天然气输送系统之中, 阀门作为重要的控制设备之一发挥了关键性的作用。对于超低温阀门而言, 制造材料较多, 一般常见的材料包含了钢、铁、铜等物质, 都可以用于阀门的生产。相比常规的流体, 液化天然气本身的温度非常低, 所以针对制作阀门的材料也需要控制在超低温的环境下, 使材料能够保持较高的稳定性能, 同时兼顾液化天然气本身的特性, 只有如此才能够在管道之中实现液化天然气的正常引导。针对液化天然气而言, 低温的温度可以达到 -165°C , 在工作过程中阀门所处的环境稳定性不足, 并且呈现出较大的温度变化, 在稳定变化过程中就会导致阀门的元件丧失稳定性, 并且对于阀门的实际控制效果也会出现明显的偏差。因此, 在进行阀门结构的设计时需要考虑柔性的设计原则, 进行适当的偏差合理补偿, 同时针对阀门材料也需要相对应的进行深冷特殊处理, 尽可能避免在后续的使用环节出现低温变形的问题, 从而导致材料失效的现象发生。考虑到常见的金属材料如果处于低温环境下, 无论是柔性还是强度都会受到一定程度的影响, 所以在设计超低温阀门的时候要选择金属密封件材料, 这样才能真正匹配具体的结构设计要求。

2 超低温阀门的结构优化设计

针对超低温阀门的结构优化设计, 需要考虑到阀盖结构设计、密封结构设计、阀杆组合设计、防火结构设计、

泄压部件的结构设计、防静电结构设计等方面的具体设计因素, 匹配超低温阀门的具体要求。

2.1 阀盖结构设计

针对超低温阀门而言, 阀盖的设计是非常重要的。在具体的设计过程中要对阀腔内部介质的温度加以分析, 究其原因, 主要还是因为液化天然气的温度低至 -165°C , 相对应的阀门的填充材料的使用温度会高于 0°C 。这就要求设计人员在进行对应设计的过程中要考虑到长颈阀盖结构。另外, 在使用长颈阀盖结构的时候要填料的位置远离阀盖的底部。距离阀盖底部主要是为了避免在低温环境下出现阀盖的上部件和阀门冻结的问题, 以此来保障阀门本身能够正常运行。所以, 注重阀盖的结构设计对于超低温阀门结构而言就是最基本的保障条件之一。

2.2 密封结构设计

作为设计人员, 在进行阀门的密封结构设计过程中为了确保在低温条件下阀门密封的安全性及可靠性, 就需要采用特殊的密封结构设计。在保障阀门填料密封性的过程中, 可以考虑使用柔性石墨填料、唇式密封圈、O 型圈重密封等。另外, 设计人员可以考虑到碟簧组预紧式结构的使用, 这可以避免因为大幅度的温度波动引起的螺栓变形量变化情况, 还能规避因为长时间的使用导致密封件出现松弛的现象。具体见图 1 所示。

2.3 阀杆组合设计

考虑到介质本身的超低温特性, 所以阀杆的组合设计

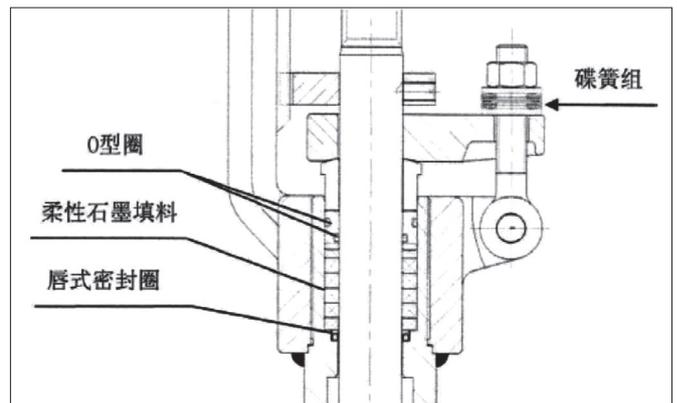


图 1 三重密封结构图

就需要拥有弹簧蓄能圈、碟形弹簧、密封垫片、中间阀杆填料等对应的部件。在这一过程中，弹簧蓄能密封圈本身的作用在于，在阀腔之中一旦遇到低温介质就会热化，导致压力快速升高，让其能够紧贴密封沟槽。如此一来，弹簧蓄能密封圈就可以实现相关防爆部件泄漏问题的有效规避。在腔内的压力升高的时候会及时形成保护层，可以避免在遇到高压作用之下出现阀杆被冲出的情况。针对碟型弹簧部件，一般都是形成预紧压紧填料，可以合理补偿因为温度变化，从而导致阀门的密封件出现松弛的现象。作为设计人员，在进行阀门设计的过程中要对周边的环境因素的影响问题进行综合分析，如果环境温度较高，那么会对各个辅助的部件产生相应的影响，如阀杆的实际长度、阀门相应的材料选择、中间填充的辅助部件，同时会导致温度的传递，最终出现热交换，进而出现一系列的问题。因此，在面对这一环境的时候要使超低温阀门的材料与结构有效应对不同环境之下超低温存储与介质运输本身的稳定性要求，以此保障系统的安全性与可靠性。

2.4 防火结构设计

对于防火结构的设计，主要是考虑到因为温度出现剧烈变化，从而导致介质泄露的问题，见图2所示。针对阀体和阀盖之间的连接部位，可以直接选择石墨缠绕垫片和唇式密封圈的双道密封结构，阀杆的密封部位则是选择利用O形圈多重密封结构、石墨填料组、唇式密封圈。在发生火灾的时候，这一种防火结构可以利用阀体中腔中的石墨缠绕垫片和石墨填料组织进行介质的密封，避免因为熔化失效而发生密封圈低温流体泄露的问题。针对部分阀体的防火结构，还可以考虑到金属阀座与非金属密封环的双重密封防火结构。在这种情况下，第一道非金属密封环因为熔化而出现失效的情况，在弹簧预紧力作用下第二道防火密封金属阀座就

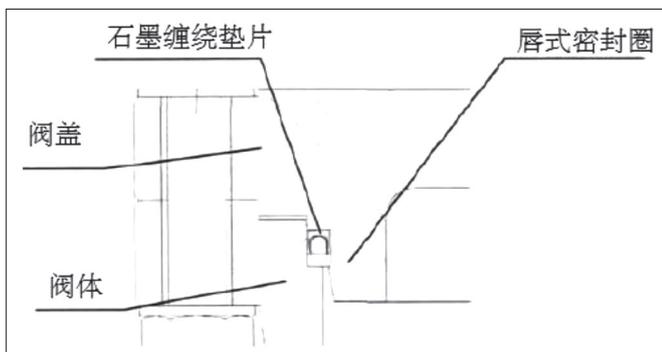


图2 阀体阀盖双道密封结构

会直接将阀座推向球体，从而阻断管线流体，避免出现内漏的问题。

2.5 泄压部件的结构设计

很多低温介质在出现汽化现象之后会出现体积变大的情况，液化天然气在出现液化之后，体积就是液态状态的600多倍。当阀门闭合之后，如果外部环境的温度过高，那么阀体之中的低温介质就会出现吸热汽化的现象，体积会有一些的膨胀，从而急剧增加阀门的内部压力，不仅会对阀门的内部元件带来直接的破坏，如果情况严重还会导致阀门工作失效。所以，在进行阀门设计的过程中要考虑到在入口的位置上添加泄压结构设计，泄压孔可以按照常见的设计形式进行规定，满足腔体与入口管道相互连通的要求，以此来有效规避腔体内部出现气压异常上升的情况。

2.6 防静电结构设计

我国的超低温阀门之中，PCTFE材料是最常使用的密封阀座材料，但是在实际的使用过程中可能会出现静电的聚集反应，在液化天然气等存在易燃易爆特性的介质之中使用的时候可能会有静电火花的出现，从而造成严重的安全事故，需要考虑到防静电结构的设计。在具体的操作之中，可以考虑到添加类似避雷针的导通装置，从而实现电流的引导，将阀体与阀杆之间联系在仪器，顺利导出静电，消除潜在的安全隐患。

3 结语

总而言之，随着液化天然气的不断发展，在液化天然气的接收站与工厂建设持续进行的过程之中，对于超低温阀门的制造与研发显得至关重要。针对超低温阀门进行结构优化设计，能够合理选择材料，并且注重具体的结构设计分析，确保阀门的安全性与可靠性，以此保障液化气系统的整体安全性与可靠性，提高运行效益。

参考文献：

[1] 英春龙. 低噪声阀门设计原理及阀门噪声控制分析 [J]. 内燃机与配件, 2020 (18) : 124-125.
 [2] 李伟, 张建斌, 杨玲玲, 王晓钧, 李妍. 阀门耐火密封结构设计分析 [J]. 中国设备工程, 2020 (07) : 103-104.
 [3] 强一俊. 浅谈超低温球阀的结构设计及注意事项 [J]. 科学技术创新, 2019 (15) : 152-153.
 [4] 朱绍源, 徐滢, 余金贤, 郭怀舟, 吴怀昆, 郝伟沙, 高红彪, 叶鹏豪. 超低温阀门比压补偿式密封结构的研制 [J]. 阀门, 2018 (02) : 29-33.

作者简介：于刚 (1975.10-)，男，江苏滨海人，本科，高级工程师，研究方向：阀门、材料。