

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2013.06.003

管线设备密封的补偿方法—浮动碟簧预紧技术

□ 武汉市天然气有限公司 (420101) 黎明生 王彦馨

摘 要: 本文通过新型浮动碟簧的结构特点和变形补偿的原理,着重描述了浮动碟簧如何有效的解决温度压力变化大的管道设备中的泄漏问题。

关 键 词: 浮动预紧 碟簧 温度压力变化 泄漏

1 前言

各种规格的金属管线、阀门及设备,其连接方式主要是法兰连接、螺纹连接以及焊接连接等。在城市燃气场站等场所,管道与设备以及设备与设备上的元件等的连接采用最多的是法兰连接方式。这样,法兰、螺栓和密封件等就构成了一个完整的连接系统。

对于城市燃气场站等易燃易爆场所,连接系统的密封是否可靠非常重要。由于管道和设备的安装通常是在常温常压下进行的,就不可避免出现管道和设备系统在投用前,系统是密封完好的,但当管道及设备系统运行后,随着温度及压力的升降,经过多次反复

后,部分连接系统会逐渐出现泄漏,即便是通过拧紧紧固螺栓也无法彻底解决泄漏隐患,严重时,会影响到管线设备的正常运行。

有研究表明,由于密封垫片的质量问题造成的泄漏只占很小一部分,50%—80%的泄漏是因为连接系统的连接副件,如连接螺栓的预紧力松弛造成的。其原因是运行过程中管道或设备随着环境温度和运行压力的变化,管道、法兰、螺栓之间的热胀冷缩速率和变形系数不同,造成连接系统连接螺栓预紧力的松弛,从而导致泄漏的发生。环境温度以及运行压力变化幅度越大,造成螺栓预紧力松弛的现象越严重,系统泄漏也就越严重。

2010年开始投入LNG示范大巴。该市委托了专业的研究机构对投入使用半年内的LNG示范大巴实际使用情况进行过研究,研究表明各线路的LNG示范大巴平均故障率不高,但不同线路故障率差别较大,个别线路故障率较高,主要跟各批次生产的LNG大巴质量有关。据前期数据分析,LNG车和相同型号的柴油车相比,每千公里节约维护(维护小修和发动机大修)费用大概节约300元,年维护费用大约节省2万多元。

6 结论

总体来说,东莞及周边城市LNG公交应用情况较好。当然,LNG公交的发展应因地制宜的全面考虑自身城市的实际情况、公交线路与数量情况、运输企业管理与运营调度的能力、加气站点的合理设置等问题,不可盲目跟风,规避经营亏损风险。望本文内容能为正在使用或计划使用LNG公交的城市、运输企业、燃气企业提供参考。

2 浮动碟簧预紧技术的结构特性及工作原理

2.1 浮动碟簧预紧技术的工作原理

浮动碟簧预紧技术是在法兰与螺母之间通过加设浮动碟簧，利用浮动碟簧的弹性使法兰密封面密封的技术措施。浮动碟簧预紧技术的工作原理是：当螺栓螺母拧紧时，浮动碟簧吸收机械能转化为位能（势能）并发生轴向形变（轴向被压缩），当管道或设备由于温度、压力变化或机械振动导致螺栓的预紧力松弛时，它释放的位能（势能）转化为机械能，对螺栓的预紧力进行补偿，使螺栓的预紧力始终保持在垫片密封所需要的预紧力范围内。

2.2 浮动碟簧的结构特性

浮动碟簧采用了类似普通蝶形弹簧的碟形结构。它用的是高弹性模量的合金材料加工而成。其结构特点：簧片较厚、拱高较小。簧片厚度 t 要比相同直径大小的普通蝶形弹簧厚，而拱高 h_0 则比相同直径大小的普通蝶形弹簧的 h_0 小。其结构型式如图1所示。

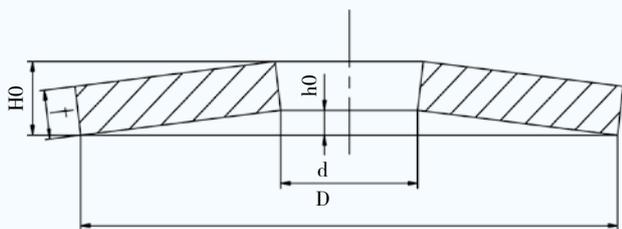


图1 碟簧结构图

由于该浮动碟簧材质以及其结构特性，它能以很小行程提供较大的轴向补偿空间。浮动碟簧的行程与载荷呈线性关系，载荷力随着行程位移的增加而增大，当行程达到最大时，载荷力也达到峰值。所以，它能保证在有效的行程范围内提供适合密封垫片密封的压力。

2.3 浮动碟簧与螺栓、螺母的装配关系及特点

浮动碟簧与螺栓、螺母的装配关系如图2所示。

在实际应用中可根据工况选择在螺栓的一端或两端使用浮动碟簧。当单片浮动预紧碟簧的有效行程不足以补偿各种因素如温度变化、压力变化或机械振动造成的松弛位移时，可采用在螺栓的双侧各使用一片浮动预紧碟簧，这样，有效行程增加了一倍，能满足绝大多数情况下的补偿要求。如有其他特殊要求还可

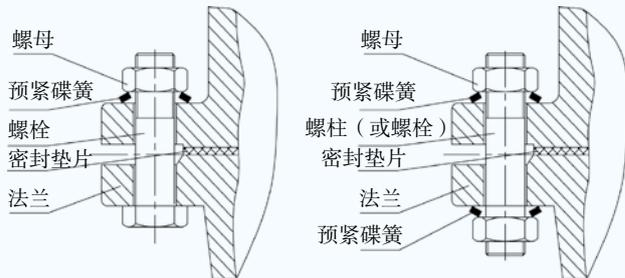


图2 螺栓、螺母及碟簧装配图

采用多片叠加组合使用的方式。

由于浮动预紧碟簧较小的尺寸，能满足法兰、螺栓、螺母间较小的安装空间要求，因此，安装和维护维修均较方便。

2.4 浮动碟簧预紧技术密封技术特色分析

运行中的管道设备系统随着温度、压力的逐渐升高，连接法兰首先膨胀，使得法兰间的密封垫片被进一步压缩，并逐渐传导到螺栓上时，螺栓开始膨胀，造成预紧力松弛的趋势，由于螺栓的膨胀量较大，这种预紧力松弛最终会使密封垫片上的比压小于垫片所需的最小密封比压，造成密封失效。尤其是当连接系统从较高温度或较大压力逐渐下降时，法兰比螺栓要先收缩，密封垫片上的比压会迅速大幅下降，此时，连接系统的泄漏更容易发生。而采用浮动碟簧预紧技术，当螺栓螺母拧紧时，浮动碟簧被压缩到一定程度并存储能量；当螺栓开始收缩或者载荷减小时，碟簧开始恢复原状，并将存储的弹性能量转化为力施加到法兰上，时刻保证了密封垫片的比压在有效的范围内。它使因温度或压力变化造成的法兰及螺栓的膨胀收缩而产生的密封垫片预紧力松弛进行及时有力的补偿，有效的解决了法兰连接中的螺栓预紧力松弛问题。

连接系统温度和压力变化幅度越大、预紧碟簧技术优势越明显。对于震动较大的场所，预紧碟簧技术优势更为明显。

3 结语

浮动碟簧预紧技术具有空间占用小、安装使用方便、补偿能力强、安全可靠等优点，它是一种新型安全有效的密封补偿手段，它将不仅仅在燃气等易燃易爆场所值得推广使用，还将会在更多领域发挥巨大的作用。