双金属自密封波齿复合垫片及其密封特性

来源：广州市东山南方密封件有限公司　　［浏览人数：2374　　2010-7-18 ］

最新专利产品双金属自密封波齿复合垫片及其密封特性的试验研究(论文摘要)广州市东山南方密封件公司吴树济高级工程师摘要:本文介绍最新专利产品一双金属自密封波齿复合垫片的基本结构和工作原理及其特性。通过对比试验表明,在垫片预紧残余应力大大低于介质压力的情况下,双金属自密封波齿复合垫片仍能保持良好的密封,而普通垫片则已发生相当大的泄漏量,这充分显示与普通垫片的“强制式密封”完全不同的自密封复合垫片的“压力自密封”特性。

一. 前言

现代工业生产的大型化、高参数,尤其是大型石化企业和火力发电站、核电站等对密封件的性能提出了愈来愈高的要求。人们不仅千方百计寻求性能更为优良的密封材料,而且力图从结构上加以革新,以获得高性能的密封件。〔1)虽然,近些年来垫片材料和结构方面均有一定改进和发展,使密封技术有了不少的进步,但在密封件的结构方面并没有根本性的突破。目前的垫片大多数仍然是传统的由各种材料做成的平垫或复合垫或缠绕垫。虽然,在上世纪 90 年代初由作者本人发明并研制生产的柔性石墨金属波齿复合垫片因结构新颖,密封性能良好,受到广大用户的好评。(1)(2)(柔性石墨金属波齿复合垫片已于 200 年制订了国家标准 GB/T190661-.3-2003)但上述的所有垫片在密封原理上均为所谓”强制式”密封,即这些垫片在安装使用时均通过强有力的螺栓力将法兰拉紧,因而在垫片上形成足够的垫片应力才能达到密封不漏。在使用时,一旦垫片预紧应力降低至一定程度,泄漏就会出现了。

在实际的法兰联接中垫片应力降低的原因是多种多样的。例如垫片材料本身的特性问题引起的应力松弛,或垫片使用时由于内压力的升高而使垫片应力下降,又或法兰联接中联接件(如联接螺栓)与被联接件(如法兰,垫片等)在温度发生变化时其变形不协调而引起垫片应力的减少等。一旦垫片应力下降到小于密封所需的应力,联接装置就会发生泄漏。本文作者针对上述法兰联接中长期存在的问题,经多年研究已研制出一种新型垫片一双金属自密封垫片。该垫片已获得国家专利。该垫片除了具有普通垫片的特性外,它最大特点是属于“压力自密封型”垫片。

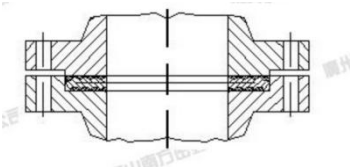
广州市东山南方密封件公司

它能利用被密封介质的压力来提高垫片应力,从而使垫片始终保持良好的密封。

本文介绍这种最新专利产品一双金属自密封波齿复合垫片的基本结构,工作原理及性能特点,以及双金属自密封波齿复合垫片与现有其它垫片进行密封性能对比试验的结果,从而可以了解该专利产品的优异特性。

二. 双金属自密封波齿复合垫片的基本结构特点

双金属自密封波齿复合垫片是根据作者本人发明的专利设计制造的新型复合垫片(专利号 2L200720053323.2)。该垫片在构造上与目前通用的复合垫片(包括作者 90 年代发明的专利产品一柔性石墨金属波齿复合垫片)完全不同。现行的复合垫片是由单一金属骨架与非金属材料柔性石墨等复合而成。而双金属自密封波齿复合垫片的基本构造是由两片金属叠合后在其外园周经融合将两者组合在一起而形成整体结构的金属骨架,然后在骨架的外表面复合上非金属材料柔性石墨构成。为了提高垫片的综合性能,金属骨架的外表面如同以往的柔性石墨金属波齿复合垫片一样加工成波齿状结构,从而形成由两片金属组成的波齿状整体骨架。双金属自密封波齿复合垫片的典型结构如图所示。



三. 双金属自密封波齿复合垫片的工作原理

从外观上看,双金属自密封波齿复合垫片与普通柔性石墨金属波齿复合垫片差别不大,但实际上其工作原理完全不同。众所周知,垫片在操作状态下,垫片的预紧应力会因各种原因而下降。例如,当压力介质进入设备或管道系统后会在两法兰间形成相应轴向力而使两法兰发生分离。此轴向力会使法兰联接中的螺栓力和原有的垫片应力都发生变化。螺栓力会随内压的升高而升高,而垫片应力则随内压力的升高而减少。还有如温度的变化或垫片本身的特性等等都会使垫片的预紧应力下降。对一般垫片而言,此垫片应力的减少必然导至垫片密封性能下降,甚至出现明显的泄漏。但对柔性石墨金属自密封波齿复合垫片则不同,在压力介质进入系统后它同时会渗透进入两金属片之间的微小缝隙。由于叠合在一起的上下金属片外圆周边已被完全紧密地融合在一起,介质不会从此处泄漏出去。进入两金属片之间微小缝隙处的介质压力作用于两金属片的内表面,使两金属片分别向外压向相应的法兰面,从而在双金属自密封波齿复合垫片的外表面与法兰面之间形

广州市东山南方密封件公司

成附加的垫片应力。此附加的垫片应力随介质压力的存在而存在,其值可以达到介质的压力值,而且它会随介质压力的升高而升高。这种附加应力的存在使原来因压力升高或其他原因而减少的垫片应力得到了补偿,因而使双金属自密封波齿复合垫片具有比现有的其他垫片包括目前性能优异而获得广泛应用的金属波齿复合垫片具有更好的密封性能。甚至在极端情况下,即使双金属自密封波齿复合垫片的预紧应力因各种原因而全部丧失,但因垫片还有与介质压力相同的附加垫片应力而使垫片仍能保持一定密封性。

因为双金属自密封波齿复合垫片的附加垫片应力是由介质压力形成的,介质压力越高,所形成的附加垫片应力也越大,随之密封同样也容易得到保证。由此可见,双金属自密封波齿复合垫片具有与以往所有垫片完全不同的“压力自密封”的特性,因而成为完全有别于所有以往“强制密封”垫片的新型“压力自密封”垫片。

四. 双金属自密封波齿复合垫片与其它垫片的密封性能对比试验

为了验证双金属自密封波齿复合垫片的密封特性,特别是它的“压力自密封”性能,我们对双金属自密封波齿复合垫片和现有普通垫片进行了密封性能对比试验。本试验对垫片采用了低预紧应力进行预紧,以便在内压升高时在预紧应力进一步降低后来观察和测量垫片在此情况下的密封性。

本试验是在本公司密封试验室的实际型法兰垫片密封性能试验装置上完成的。垫片加载系统由八个应力螺栓和应变仪(配备 24 点平衡箱)组成,可随时测量螺栓力的变化,因而亦可随时了解垫片应力的变化。本试验的对比试样采用金属波齿复合垫片。至所以选择柔性石墨金属波齿复合垫片作为与双金属自密封波齿复合垫片进行对比试验,是因为在现有垫片类别中其密封性能比较好〔1)(2),而且在结构(自密封结构除外)和材料等方面两者均较相似而易于比较。试样尺寸分别如下:

双金属自密封波齿复合垫片①152×Φ106×3.0

柔性石墨金属波齿复合垫片州市①149×Φ117×3.0

五. 试验结果与分析

双金属自密封波齿复合垫片与柔性石墨金属波齿复合垫片密封性能对比试验结果如下表所示。从记录的试验结果可以看到,两种垫片所表现的性能是完全

广州市东山南方密封件公司

不同的。

垫片名称	预紧时螺栓负荷（kgf）	预紧应力（MPa）	试验压力（MPa）	内压轴向力（kgf）	升压后螺栓负荷(kgf)	垫片残余预紧力（MPa）	泄漏率（ml/s）
双金属自密封波齿复合垫片	1310	1.4	2.0	2600	3036	0.47	0
普通柔性石墨波齿复合垫片	1421	2.1	2.30	2780	31226	0.52	0.121

1. 从表列泄漏率数据可以看到,在垫片预紧应力很低的情况下(双金属自密封波齿复合垫片的预紧应力为 1.4MPa,而普通柔性石墨金属波齿复合垫片的预紧应力为 2.MPa),但双金属自密封波齿复合垫片仍能保持密封不漏,而普通柔性石墨金属波齿复合垫片则已产生较大泄漏率。

2. 从表列的试验数据可以看到,两种垫片的试验条件基本相同(垫片的预紧力,普通柔性石墨金属波齿复合垫片相比双金属自密封波齿复合垫片还高些,试验介质的压力相同),在操作状态下垫片的残余应力也相差不大,但其密封性能却完全不同。普通柔性石墨金属波齿复合垫片已出现较大的泄漏率(0.121m/s),而双金属自密封波齿复合垫片却能保持密封不漏按一般密封理论而言,在垫片应力小于被密封介质压力的情况下确实无法达到密封。在试验中普通柔性石墨金属波齿复合垫片的预紧应力本来就很低,在内压升高后其残余应力只有 0.52Mpa,远低于被密封介质的压力 2.0MPa,因此产生泄漏并不奇怪。但问题是为什么双金属自密封波齿复合垫片却能保持良好的密封性。这说明垫片上存在大于介质压力的应力。从双金属自密封波齿复合垫片的结构特点可以看到,在介质压力存在的情况下,介质进入了构成整体金属骨架的两金属片之间的微观空隙内并向上下金属片作用,迫使上下金属片向外扩张压向法兰面,从而使垫片与法兰表面形成附加的垫片应力,其值可与介质压力相当。在这种情况下,实际的垫片应力可认为是内压升高后预紧力的残余压力与介质内压力的总和。因此,在双金属自密封波齿复合垫片的

广州市东山南方密封件公司

试验中,内压上升到 20MPa 时压向上下法兰面的垫片应力实际应为 2.47MPa,此应力始终高于介质压力。这就解释了为什么双金属自密封波齿复合垫片在这种情况下仍然能获得良好的密封性能。由此可见,双金属自密封波齿复合垫片的密封性能不仅取决于垫片的预紧力同时还取决于介质压力,这就是所谓“压力自密封”。这也充分说明,双金属自密封波齿力降低的情况下依靠介质压力也能获得良好的密封性能。

六. 结论

本文介绍最新专利产品一双金属自密封波齿复合垫片的基本结构和工作原理及其特性,并对本公司研制的最新专利技术新产品“双金属自密封波齿复合垫片”和现有“柔性石墨波齿复合垫片”的密封性能进行了研究和对比试验。通过本试验可以看出,由于双金属自密封波齿复合垫片的结构特点以及随之相应的密封工作原理与包括柔性石墨金属波齿复合垫片在内的普通垫片完全不同,因而其密封性能也完全不同。普通垫片是属于所谓“强制性”密封的垫片。这类垫片完全依靠外力(如螺栓力)的作用使其形成足够垫片应力而达到密封的。当因垫片本身特性(如应力松弛)或内压力或温差不协调等原因引起垫片应力减少时,密封性能就会下降甚至无法维持。而双金属自密封波齿复合垫片则完全不同,它是属于所谓“压力自密封”的垫片。这种垫片与法兰之间的垫片总应力在操作状态下由预紧应力和介质压力组成,而普通垫片的垫片应力只有预紧力,因而在操作状态下其垫片应力总比普通垫片多出介质压力所形成的应力。而且此应力会随内压力的升高而升高,因而能始终保持良好的密封。这就是又金属自密封波齿复合垫片与普通垫片的“强制式密封”完全不同的“压力自密封”特性。

由此可见,最新专利产品一双金属自密封垫片的研制成功,及其独特而优异的性能将为彻底解决各种装置(尤其是大型化,高参数的装置)的设备和管道的法兰联接泄漏难题提供最有效的方法,从而为企业真正做到“安、稳、长、满、优”生产提供切实的保证。

参考文献一

(1)第六届石化设备密封学术讨论会论文(1994 年)《波齿复合垫片及其在石化设备上的应用》广州市东山南方密封件公司吴树济(高级工程师)

(2)第七届石化设备密封学术讨论会论文(1996 年)《新一代法兰垫片一波齿复合垫

广州市东山南方密封件公司

片在石油化工设备上应用的新进展》广州市东山南方密封件公司吴树济(高级工程师)钟海强州市乘山(3)《柔性石墨金属自密封波齿复合垫片的密封特性及与波齿复合垫片密封性能的对比试验与研究》广州市东山南方密封件公司吴树济(高级工程师)心

(4)《柔性石墨金属自密封波齿复合垫片及其密封特性的试验研究》广州市东山南方密封件公司吴树济(高级工程师)

广州市东山南方密封件公司