“石油化工设备技术” 2004，25（6）

《波齿复合垫片在加氢裂化装置上的应用》

王学兵　宋兴武

摘要　加氢裂化属高温、高压、临氢的危险装置。中石化股份天津分公司加氢裂化装置首次开工以来，因高温易燃介质泄漏而多次引发火灾事故。该装置2000年5月停工检修期间，将易发生泄漏部位的密封垫片全部更换为波齿复合垫，使这些部位的泄漏情况得到了根本的改善，从而避免了因高温易燃介质泄漏而引发的火灾事故。本文就波齿复合垫片在加氢裂化装置上的应用做简单论述。

关键词　密封　泄漏　波齿复合垫片　特殊结构　进口高压换热器

中石化股份天津分公司加氢裂化装置，设计加工能力80万吨/年，操作压力16.7Mpa，采用精制—裂化段串联全循环工艺。装置主要由反应、分馏及污水气提三个部分组成，生产轻重石脑油、航煤、柴油、液化气。该装置98年12月中交，99年6月12日一次投料开工成功。

加氢裂化装置是原料油在高温、高压下与氢气进行裂解反应，所以装置具有高温、高压和易燃、易爆等特点。装置设备压力等级多，介质的种类多，所使用的垫片也多达十余种。由于原料性质经常变化，加之新氢机没设逐级返回控制，系统压力等工艺参数常在较大范围内波动，这些参数的变化对加氢裂化装置设备提出了严格的要求，对冷换设备及管线所用垫片也同样如此。99年6月装置投料开工，开工后多次因热油泄漏着火，另外一些有毒、有害气体出现泄漏给人身安全带来安全隐患。99年10月装置停工整改，对部分易发生泄漏部位的垫片更换成广州市东山南方密封件有限公司生产的波齿复合垫进行试用。2000年1月装置第2次开工，波齿复合垫密封效果较原密封垫片有明显改善，换型的部位没有再次发生泄漏，而没有换型的部位仍有数次因热油泄漏着火。2000年5月装置停工检修期间，将易产生泄漏的密封垫片全部更换为波齿复合垫。装置第3次开工，经过一个运行周期的考验，波齿复合垫的密封效果非常好，装置未因泄漏而发生的火灾，也未因有毒、有害介质泄漏而产生安全隐患。

1　波齿复合垫的特点

1.1　结构特点

波齿复合垫系由特殊构造的金属骨架与膨胀石墨材料复合而成。金属骨架的上、下表

广州市东山南方密封件有限公司

面开有相互错开的特殊形状的同心沟槽，其上复合上一层适当厚度的膨胀石墨材料，最终构成整体结构的垫片。由于复合垫片的金属骨架既系带尖齿，又是波纹状的，故名为波齿复合垫片。使用时由于法兰的压紧作用，复合在垫片上的石墨材料被压缩进入沟槽，金属骨架上、下表面的环型齿峰与法兰密封面紧密接触，并在法兰的进一步压紧下产生弹性变形，使膨胀石墨被高度压缩并封闭在金属骨架与法兰面之间所形成的环型密闭空间里，由此形成了波齿复合垫的特有性能。一道道金属骨架的尖齿峰连同被高度压缩的膨胀石墨材料构成一道道严密的密封，整个复合垫片实际上具有多道金属密封与膨胀石墨材料密封的双重密封作用。而特殊构造的金属骨架使波齿复合垫具有象金属波形垫一样的弹性。

2 主要的性能特点

由于波齿复合垫片的特殊构造使之与其它垫片相比具有一系列更为优异的性能特点。

2.1 优异的密封性

由于波齿复合垫具有齿型金属密封和非金属膨胀石墨密封的双重作用，而且它的密封带是完全隔开的（这有别于缠绕式垫片的螺旋型带），因此使它具有特别优良的密封性。

2.2 回弹性能优良，密封寿命长

由于波齿复合垫片具有特殊构造的波齿弹性骨架，而且构成复合垫片的金属和膨胀石墨材料具有极好的耐高温、耐流体侵蚀的性能、不会老化，垫片的弹性主要由特殊构造的的金属弹性骨架产生、不必担心使用时会发生应力松弛，因此能长期保持优异的密封性能。

2.3 安全可靠性高

波齿复合垫片使用时金属骨架的环型齿峰与法兰面紧密接触，其膨胀石墨材料为坚固的金属骨架和法兰面所封闭，因此不必担心膨胀石墨材料会被高压流体冲走，也不必担心会向缠绕式垫片那样被压“散架”或“压溃”，波齿复合垫片实际上具有与金属垫片同样的安全可靠性。

2.4 使用安装方便

波齿复合垫系带金属骨架的整体结构，在运输和使用安装中不必担心向缠绕式垫片那样会“散架”。此外，波齿复合厚度较薄（通常2~4mm），在用于凸凹型或榫槽型法兰时可以留出足够的深度作为凸型法兰安装时定位用，因而安装方便，能确保安装质量，避免缠绕式垫片通常因厚度较大、影响定位而容易压偏的现象。

2.5 适应性广

波齿复合垫片几乎可以适用于绝大多场合，包括高、低温（-200~600℃）和高、低压

广州市东山南方密封件公司

（真空~25MPa），由相应的金属骨架材料制造的波齿复合垫片可以用于包括大多数腐蚀性流体在内的各种场合。

2.6 经济性好

波齿复合垫片是一种经济型垫片。尤其是在石油化工和电厂中各种油品、蒸汽等非腐蚀性流体场合，采用由碳钢材料构成的波齿复合垫代替缠绕式垫片或齿型垫片等可为用户节省费用。

3、波齿复合垫的实际应用情况

由于波齿复合垫片具有一系列非常优异的性能，特别是作为高参数法兰的连接密封件，它克服了目前广泛使用的缠绕式垫片容易“散架”和“压溃”而给使用者带来的设备泄漏和安全上的隐患，它的安全可靠性与使用金属垫片如齿型垫等无异，但密封性能好得多，寿命长，能适应生产工艺参数变化的场合，因此系高参数场合使用的综合性能好的密封垫片之一，可广泛用于石油化工、电力等部门。目前，波齿复合垫已在石油化工、电力等大中型企业中逐步推广使用，并获得良好的效果。我厂加氢裂化装置自 99 年开工以来，因高温油气法兰泄漏多次发生火灾事故。为解决法兰连接处泄漏问题，2000 年 5 月装置检修期间将易泄漏部位的垫片更换为波齿复合垫，法兰密封泄漏问题得到了根本的解决，再次开工后没有发生一起火灾，装置泄漏率明显降低。实践证明波齿复合垫片在各种参数的设备上使用，均取得了很好的效果，其中典型的实际应用简介如下：

3.1 波齿复合垫在温度波动较大的热油部位上的应用

塔底重沸器 E202、E203 管箱法兰和加热炉 F201、F202 进料线法兰原使用石墨缠绕垫。在装置第一、二次开工中，由于塔底温度波动较大，造成塔底重沸器 E202、E203 管箱法兰和加热炉 F201、F202 进料线法兰等二十余点泄漏，并引发十几次着火事件。2000 年 5 月装置检修期间将这些泄漏点法兰垫片全部更换为波齿复合垫，这些部位不仅在装置第三次开工期间没有发生泄漏，而且在开工后装置出现两次紧急停工，温度等参数急剧变化的情况下也没有发生泄漏，说明波齿复合垫适用温度波动较大的热油部位。

3.2 波齿复合垫在管线膨胀较大的蒸汽管线上的应用

装置 3.5 Mpa 蒸汽线温度高，热膨胀大，加之管线分支较多，常使管线受力不均，法兰处受扭矩作用，使法兰处产生泄漏，开工期间泄漏问题尤为突出。原管线法兰垫片使用的是软铁八角垫，该垫片的强度高，但补偿性差，管线法兰因受力而产生偏口或错口时易产生泄漏。装置第一次停工整改期间，对 3.5 Mpa 蒸汽系统垫片进行了更换，经过近一

广州市东山南方密封件公司

年的使用，效果很好，波齿复合垫密封处无一泄漏。

3.3 波齿复合垫在压力波动较大的氢气部位上的应用

新氢机系统压力较高，波动较大，在机组开停时，瞬时变化最大可达 18.0Mpa 左右，试运时多次发生泄漏。试运期间将级间冷却器法兰等部位的缠绕式垫片该为齿型复合垫，泄漏问题暂时得到解决。随着使用时间增加，垫片在多次加压降压过程中失去弹性，泄漏问题又相继出现。为解决压力波动较大的部位泄漏，我们在 2000 年 5 月检修中改用了波齿复合垫。采用波齿复合垫后，经过近半年的使用，机组经过多次的开停，波齿复合垫密封部位未出现问题。

3.4 波齿复合垫片在进口高压换热器上的应用

高压换热器 E103 为从意大利引进的单壳程螺纹锁紧环换热器，其管程介质为反应产物，操作压力 17.38MPa，操作温度 341℃，壳程介质为脱丁烷塔底油，操作压力 2.02MPa，操作温度 292℃。该换热器原设计的管箱侧垫为石墨缠绕垫片，但由于该换热器的操作参数受 C201 底温波动的影响，管箱侧垫多次发生泄漏着火事故，又因为该换热器为高压临氢设备，一旦发生火灾将严重影响装置的安全，为重大的事故隐患。装置 2002 年停工检修时将 E103 管箱侧垫更换为波齿复合垫片，装置开工后，在多次发生压力、温度波动的情况下，该垫片未发生泄漏，并一直安全运行至今，密封效果良好。

3.5 波齿复合垫在腐蚀性较大的酸性水、酸性气部位上的应用

装置污水气提区硫化氢含量较高，同时酸性水、酸性气中的腐蚀介质对密封垫片的腐蚀较大，长期使用后缠绕垫会因腐蚀而“散架”，石棉板垫会因强度不高而破碎，而泄漏出高浓度的硫化氢又非常危险。装置自 99 年 11 月开始对硫化氢含量较高的部位进行垫片更换，泄漏率明显减少。

波齿复合垫主要使用部位见表 1。

表 1　波齿复合垫主要应用部位

序号	应用部位	规格型号	介质	操作温度℃	操作压力 MPa
1	E202 管箱垫片	Φ665×625×3.8	塔底油	366	0.77

广州市东山南方密封件公司

2	E202 管箱侧垫片	Φ665×625×3.8	塔底油	366	0.77
3	E203 管箱垫片	Φ665×625×3.8	塔底油	366	0.77
4	E202 管箱侧垫片	Φ665×625×3.8	塔底油	366	0.77
5	新氢机二级冷却器管箱	Φ691×631×3.8	氢气	80	13
6	新氢机二级冷却器管箱侧	Φ665×625×3.8	氢气	80	13
7	3.5MPa 边界阀	Φ312×260×2.5 ◯	蒸汽	345	3.5
8	余热锅炉出口阀	Φ259×211×2.5 ◯	蒸汽	345	3.5
9	E103 管箱侧垫	Φ1140×1060×4.8 ◯	塔底油	292	2.02
10	酸性水边界阀	Φ120×87×2.5 ◯	H_2S H_2O	65	0.6
11	酸性气引出阀	Φ120×87×2.5 ◯	H_2S	50	0.8

4、结束语

波齿复合垫自 99 年 11 月开始在加氢裂化装置上使用，取得了明显的效果，装置泄漏率明显降低，特别是危险部位泄漏的减少，给装置生产安全提供了保障。目前，波齿复合垫在我厂裂化装置上使用仅用在重要部位，其它部位因没有发生问题而没有大面积更换。由于波齿复合垫具有密封性能优异，回弹性好，密封寿命长，安全可靠性高，使用方便，适应性广和经济性好等一系列特点，因此它具有非常好的应用前景，将被广泛使用在各个领域。

（此为发表于“石油化工设备技术” 2004，25（6） 25—26，30）

广州市东山南方密封件公司