

高压法三聚氰胺装置隔膜泵阀组配件国产化改造

徐新亭 万山山

中国石油乌鲁木齐石化分公司化工生产部 新疆 乌鲁木齐 830019

摘要: 针对高压法三聚氰胺装置隔膜泵运行过程中故障较多,设备备件订购周期长,维护成本高,根据泵结构特性及介质特殊性,通过生产运行过程的摸索实践,对关键备件进行国产化改造,达到降低维护成本,保障装置平稳运行。

关键词: 隔膜泵; 阀组; 隔膜; 液压油; 介质

1 前言

高压法三聚氰胺装置P-1103、P-1105为进口德国的隔膜泵,运行过程发现故障较多,并未体现出进口设备运行周期长的优势,但设备备件价格却很高,造成维护成本极高,国内同类装置都出现此问题。隔膜泵属往复容积泵,通过隔膜将工艺介质隔离,避免了普通往复泵介质由填料处泄漏的弊端,在运行过程,进出口阀组组件、隔膜部位重复动作频繁,易损件隔膜易产生裂纹、阀组组件(阀座、阀芯、导向套、密封圈等)产生磨损而失效,使工艺介质外漏到液压油侧或回流,出现出口泵压力、电流波动,不能继续运行。通过对关键部件阀组、隔膜的研究,进行了国产化改造,使设备故障率下降,运行成本大幅减少。

2 隔膜泵工作原理

隔膜式往复泵,由电机、蜗轮减速器、曲轴、连杆及柱塞组成驱动及传动系统。采用液压油驱动隔膜式泵头,在柱塞往复运动过程,泵入口与出口单向阀组打开、关闭交替动作,利用泵头内的弹性隔膜交替向两边弯曲变形而吸入和排出液体,隔膜将输送介质和液压油及柱塞分开,避免了普通往复泵介质从柱塞填料外泄的弊端。

2.1 泵头的结构及工作原理

泵头主要元件为阀组、隔膜及双作用阀等。隔膜式泵头实际上是输送元件,柱塞在泵缸两端点间作往复运动的同时,液压油也带动隔膜作往复运动,隔膜交替地向两边弯曲,使其完成吸入和排出的工作过程。如下以P-1103图为例:泵头分为三个功能室(见下图),即操作室、液压室和液压油槽。操作室与计量流体介质接触,通过隔膜与液压室隔开。液压室和液压油槽由双功能液压阀12、补油阀15、柱塞环13分开。双功能液压阀由排气阀和泄压阀组成。排气阀位于液压室最高点,以消除由于气体在液压室聚集而造成计量误差;泄压阀用来保

护泵,防止超压。

阀组在隔膜前后运行过程,相应进行打开、关闭,将介质吸入、排出。当柱塞向后回退过程,液压油也带动隔膜7向后弯曲,操作室形成负压,入口阀阀芯4被介质顶起,弹簧被压缩;介质进入操作室,此时出口阀被弹簧瞬间推回阀座密封;当柱塞向前推进过程,液压油也带动隔膜7向前弯曲,操作室形成高压,出口阀阀芯被介质顶起,弹簧被压缩;介质排出操作室,此时入口阀被弹簧瞬间推回阀座密封,完成吸液、排液过程。^[1]

如图1所示,液压室和液压油槽之间的分隔是由活塞、双功能液压阀12、补油阀15等构成的,这些阀门的组合是为了精确控制膜片的位移,并保护泵免受超负荷,造成误操作。往复式的活塞将平衡浮子的运动通过液压室里的液体传送到隔膜7上,该膜片直接作用于被计量的流体并形成抽吸过程。膜片的排量总是比活塞排的量少,因为每次冲程都会有少量的液压油通过放空阀和液压室的活塞密封处流到液压油槽里,这种泄露将要通过补油阀15来补充。在吸入冲程完成前的短时间内,膜片7挤压在控制推杆上,并推向后边的静止端,同时控制推杆使液压排气阀15和液压室相连,当膜片底部即将碰到后部的支撑面时,液压室里就会形成一种真空,当压力降到预定值以下,损失的液压油就从液压油槽通过补油阀15补充到液压室里。这种泄露补充方式使泵的吸入能力得到了提高,但是如果停泵后操作室压力低于或等于大气压时,膜片会向操作室膨胀,液压室内充满了液压油,在启动泵时随着活塞和推杆的移动,膜片会因过度膨胀而破裂,这也正是隔膜泵启动前必须进行隔膜定位的原因。

另外,当泵体压力超过泄压阀的设定压力时,泄压阀将起跳,使活塞推动的液压油从液压室流进液压油槽里,在随后的吸入冲程中,泵还可以通过补油阀补充这部分损失的液压油而正常工作,虽然油温会因压降大而

有所升高,如果持续很短的时间的话一般是无害的。^[2]

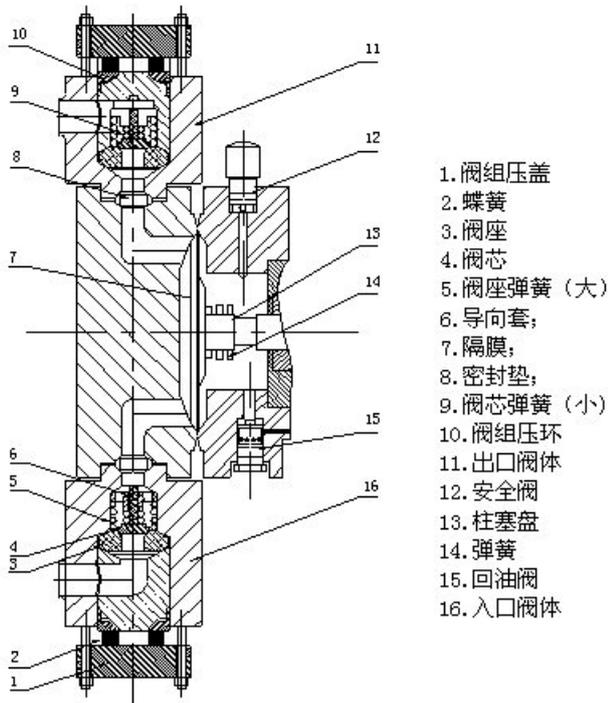


图1 液压活塞阀示意图

从以上也可以看出,当泵偶尔出现抽空的情况,泵也不会损坏。因为虽然泵抽空时会在液压室内形成气室,但吸入故障排除后,这部分气体会通过放空阀排入液压油槽,泵继而运转正常。

2.2 设备运行存在的问题

隔膜泵主要问题表现在隔膜、阀组的故障。1) 膜片损坏。泵头隔膜为双层膜片,由于柱塞往复运动,膜片连续向两侧弯曲动作,产生疲劳损伤,膜片最外缘夹持部位处易发生裂纹或局部断裂,常发生在靠介质侧隔膜,有时介质侧和液压油侧膜片同时损坏;其次,也出现过隔膜双侧穿孔的情况。一旦两侧隔膜同时损坏,则介质直接由操作室进入液压室,污染液压油,出现隔膜报警,泵表现为出口压力、电流大幅波动,无法继续运行;2) 阀座与阀芯偏磨或密封面损伤。在柱塞往复运动过程,阀组在不停地打开、关闭动作,阀芯在弹簧与介质压力作用下,沿导向套上下运动,阀芯与阀座密封面不停开、关接触,密封面逐渐出现磨损;运行一段时间后,阀杆导向套的磨损也越来越大,即阀杆与导向套间隙越磨越大,此时阀芯的运动不再是一直垂直上下,而是出现一定的偏角,因此阀芯与阀座密封面开始出现偏磨;其次,也发现阀芯、阀座密封面出现小凹坑,主要出现在大修后由于系统介质含有颗粒杂质,使密封面受损,以上情况使阀芯、阀座密封面不能有效密封,介

质开始从阀座密封面回流,操作室介质从入口阀组泄漏回入口,出口介质从出口阀组泄漏回操作室,表现为泵出口压力、电流波动,泵出口流量不足,实际进入反应器的物料量减少,直接影响装置负荷及工艺平稳操作。

3) 阀座与阀体透镜密封面冲蚀。阀座两面与阀体形成透镜密封面,在阀组过程检查发现,阀座的透镜密封面上有明显的介质冲刷痕迹,说明在阀组工作过程,介质从此位置泄漏。此密封面为静态密封,通过阀体压盖螺栓紧固将阀体与阀座密封面压紧配合,在压盖与阀体之间,装有蝶形垫片6片,分3片背靠背安装,起到弹性防松的作用,检查发现部分蝶形垫片已经断裂,造成了预紧螺栓不足松动,阀座与阀体密封部位(透镜面)产生间隙,从而介质内部泄漏。即入口阀组吸入介质部分回流至入口,出口阀组送出介质部分回流至操作室,同样造成泵打量不足。

2.3 技术改造内容

通过对阀组件的研究论证,决定依据现有阀组件测绘再结合检修出现的问题对阀组件进行国产化技术改造,以满足工况、工艺要求,延长设备运行周期降低设备检修费用。

如图2所示

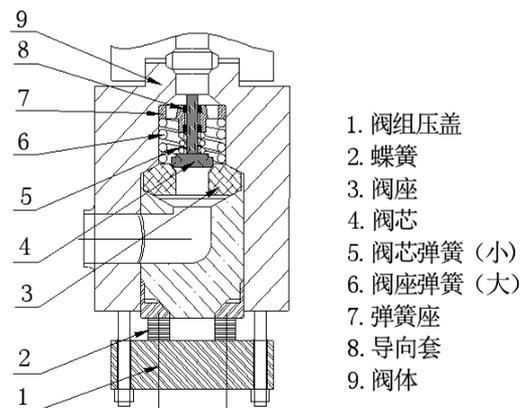


图2 阀组件改造图

1) 对导向套材质的改进。阀杆与导向套每小时接触摩擦13920次,这就要求导向套材质要耐磨,并且硬度要远远比阀杆小,在阀芯运动过程,导向套被逐步磨损,孔径慢慢变大,大部分拆卸下来都成了椭圆孔。原导向套采用非金属黑色PEEK材料,PEEK(聚醚醚酮Poly ether ether Ketone)树脂是一种新型特种工程塑料,它具有耐热、耐冲击、耐磨、耐疲劳、耐腐蚀性等,同时还具有很高的刚性和表面硬度。^[3]从检修过程发现,导向套被磨损,但阀芯杆表面也被磨损,黑色的PEEK是在原材料中添加了石墨和碳纤维,导致其刚性和表面硬度

更高，所以导致阀芯杆被磨损。导向套为易损件，容易更换，但阀芯杆光洁度很高，严重磨损后整个阀芯都不易修复或报废。鉴于此，我们决定对导向套材质改进，通过技术交流对接，选用PTFE+石墨，其具有很好的耐热、耐磨、滑动性、耐腐蚀、不粘性等，是所有工程塑料中摩擦系数最小的聚合物，因加入石墨，具有很高自润滑性能，更适合作为阀芯杆的导向材料。通过材料改进运行验证，效果很好，对阀芯杆磨损几乎没有，导向套使用周期延长，因其具有很好韧性，也比较容易装进弹簧座。

2) 阀座阀芯密封面改进。从阀芯的结构入手，原阀芯与阀座密封线为40°斜面密封，通过模拟阀芯逐步偏移动作轨迹，对阀芯偏磨痕迹研究比对，当阀芯沿导向套孔向下运动时，导向套逐渐磨损，阀芯不可避免的产生倾角 α ，不再是垂直动作，与阀座密封过程，就存在瞬间不密封的情况，这就导致了密封面的线接触冲击，存在密封面被破坏的情况，从而介质泄漏，如何保证在导向套磨损，孔径变大，阀芯垂直运行产生倾角 α 情况，任一方向，仍然能使阀芯阀座实现紧密密封，最终决定对配合密封面进行改造，将密封斜面改为球面，这种结构

设计，就完全可以解决阀芯在偏角运行时泄漏的问题。按照这个设计理念，将阀芯阀座在数控机床进行改造加工，实践证明，隔膜泵的阀组故障大大减少，运行周期由原来3个月提高到6个月以上，检修频次明显下降。

3) 阀座结构改进。阀座外形结构呈轴线对称，与阀芯配合部位原进口阀座只在一侧有斜面密封，我们将另一侧也加工同样尺寸的球面密封面，这样改造后的阀座正反两面都有球面密封，一侧磨损后在检修时阀座反面安装仍可使用，节约了检修成本及时间。其次，阀座与阀体还有两个配合透镜密封面，密封面的冲蚀是由于部分蝶形垫片断裂使螺杆紧固力不足，导致介质沿透镜面泄漏，造成冲蚀痕迹。在阀组运行过程，由于蝶形垫片受循环应力作用，已运行近4年，产生疲劳断裂，进行部分更换，对阀座、阀体透镜面研磨修复，再没有出现透镜面冲蚀现象。

3 实施效果

2009年6月隔膜泵阀组组件国产化后进行了试运行，到2011年10月为期28个月的运行观察跟踪，检修周期由原来2~3个月，延长到6~8，由原来12个月左右，延长到26个月左右。具体数据见下表：

	名称	阀座	阀芯	导向套	大弹簧	小弹簧	隔膜
改造前	单台安装数/件	6	6	6	6	6	3
	检修周期/月	2~3	2~3	2~3	2~3	2~3	6
	更换周期/月	12	12	12	12	12	6
改造后	检修周期/月	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8	6
	更换周期/月	26	26	20	24	24	6

4 结束语

通过对隔膜泵阀组、隔膜国产化改造，大大降低了备件的维修费用，更重要的是阀组组件不仅仅是“国产化”，而是进一步在技术上的改进优势，在原有的基础上进行了更大的提高。

隔膜泵阀组改造成果不仅仅适用于三聚氰胺装置，所有往复式容积泵阀组都适用于此改造，范围广泛，可全面推广。阀组、隔膜的国产化改造不仅技术先进，还为装置节约很大一部分设备检修费用，为企业降低生

产成本带来很大益处。

参考文献

- [1]王磊、刘杰 往复式活塞隔膜泵曲轴的动态特性分析[J]化工管理 2022,(04):65-73+94.
- [2]王晰玮 液动水隔膜泵设计与特性研究 [J]中国石化出版社 2020,(04):26-31.
- [3]凌学勤 往复式活塞隔膜泵的技术参数及核心技术 [J]石化技术与应用, 2017, 35(6): 71-74