

气体分馏装置烃类机泵密封泄漏原因分析及改造应用

70 万 t/a 气体分馏装置脱丙烷塔进料泵密封泄漏原因分析及改造方案——气体分馏装置脱丙烷塔进料泵为高压多级泵，密封频繁泄漏，通过物料性质、泵体结构、密封结构的核算与分析，并对其密封结构进行针对性的改造，收到了良好的效果，解决了密封泄漏的问题，为装置安全平稳运行奠定了良好的基础，同时也为类似工况机泵密封泄漏问题提供了解决思路和宝贵经验，有一定的借鉴意义。

文 / 李培德 廖福元 赵君昌 高宝鹏 刘光辉

某70 万 t/a 气体分馏装置脱丙烷塔进料泵为气分装置原料泵且为气分装置关键泵。该泵自开工以来，频繁泄漏，平均运行周期约7天左右，虽然经过多次检修，更换新的机械密封，但效果甚微。通过对装置物料性质、泵体结构、机械密封结构仔细分析，查找原因，并进行针对性的改造，收到了良好的效果，解决了密封泄漏的问题。

基本情况

某70 万 t/a 气体分馏装置脱丙烷塔进料泵（P-1001A/B）型式为BB5结构，操作介质为液化气，操作温度为40℃，出口压

力2.72 MPa，机封冲洗方案选用PLAN11+72/76，PLAN11冲洗口从泵二级出口引出，经限流孔板后再经三通分别至驱动端和非驱动端密封腔进行冲洗冷却如图1所示，主要设计参数见表1。

密封泄漏原因分析

泵体结构

泵密封冲洗管线口设计存在问题：该泵设计为5级叶轮，首级采用双吸结构，该泵为卧式双支撑结构；PLAN11冲洗液从泵二级叶轮出口引出，经过一个三通，

分别引向泵两端密封，如图1所示。

密封机构

主密封作为接触式湿密封在操作运行过程中端面介质气化造成干摩擦；该泵机械密封设计为面对背非接触式密封（主密封为接触式湿密封，副密封为抑制密封即为干气密封）；从每次密封泄漏的拆检情况发现：主密封泄漏导致整个密封泄漏，其中主密封为接触式湿密封，此密封泄漏是由主密封端面的磨损后造成泄漏。对于接触式湿密封设计，保持足够的蒸汽压力容限有助于保护密封

表1 机封冲洗方案主要设计参数

输送介质	液化气	入口压力 /MPa	0.9
密度 / (kg/m ³)	0.5196 × 10 ³	出口压力 /MPa	2.72
入口温度 /℃	40	流量 / (m ³ /h)	184
黏度 (Pa · s)	0.11	饱和蒸汽压 /kPa	711

本文作者供职于浙江石油化工有限公司。

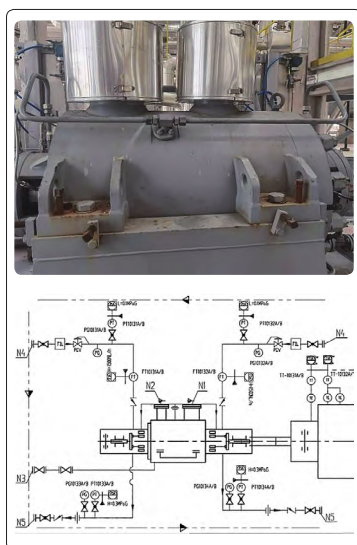


图1 泵体结构设计图

端面防止工艺流体在密封面上的局部化沸腾。工艺流体在密封面上的沸腾将会引起密封面润滑的损失和随后的密封失效。低密度流体是使密封最容易出故障的一些流体并占有密封修理的高百分比。

冲洗介质压力

密封冲洗压力不能满足：该泵 PLAN11 冲洗液从泵二级叶轮出口引出，泵二级出口压力约 1.174 MPa，API682 规范要求：轻烃类介质泵，对于易气化介质要求的裕量是 0.35 MPa 或者 1.3 倍，密封腔压力设计要求高于饱和蒸汽压 0.35 MPa；此泵介质在操作温度为 40℃，化验分析其饱和蒸汽压为 711 kPa。

冲洗介质温度

实际操作中，密封在运行一段时间后，机封座发热（用测温枪测量密封座存在超过 50℃，而密封腔内温度可能已超过 60℃，此时对介质饱和蒸汽压要求更高），侧面反应了主密封端面热量无法带走，其实冲洗介质已经气化沸腾，即未形成正常液膜，从而导致密封腔温度升高，已超

表2 机械密封改造数据对比

密封	驱动端密封腔压力 /kPa	非驱动端密封腔压力 /kPa	运行时间 /天
原装机械密封	810	800	7
改进后机械密封	910	1 000	180

过设计密封腔压力和温度，也是造成密封端面无法形成正常液膜，造成泄漏又一因素。

冲洗流量

PLAN11 密封冲洗液存在抢量现象：从冲洗管路 3 通出来引向两端密封腔流量分配过程中存在不均匀现象，现场巡检过程中发现非驱端密封冲洗管路有时存在环境温度现象，即未有介质（介质温度 40℃）正常流通或流量较小现象。

改造方案

包含改造前后对比分析（参数分析）

1) 机械密封设计结构改造：

原机械密封密封腔主密封增加浮动节流衬套，如图 2 所示。目的：增加密封腔饱和蒸汽压力，降低密封端面介质气化沸腾，有利于接触式湿密封液膜形成。

从表 2 数据可知：在增加节流成套后，密封腔压力提高了 100 kPa 左右；在操作运行时间上

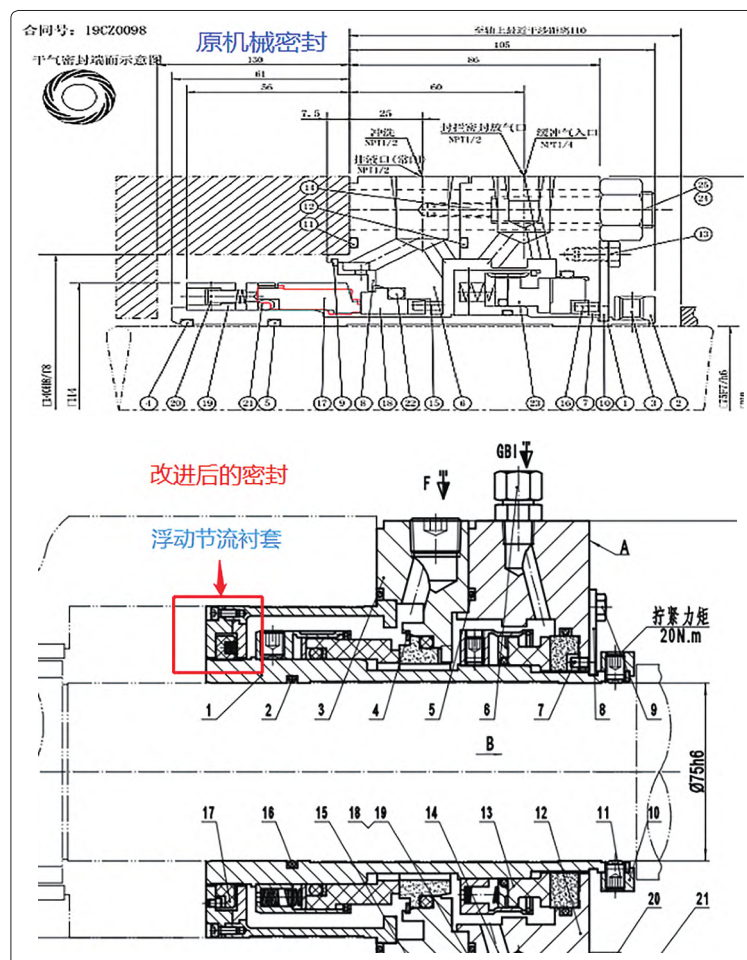


图2 机械密封设计结构改造对比

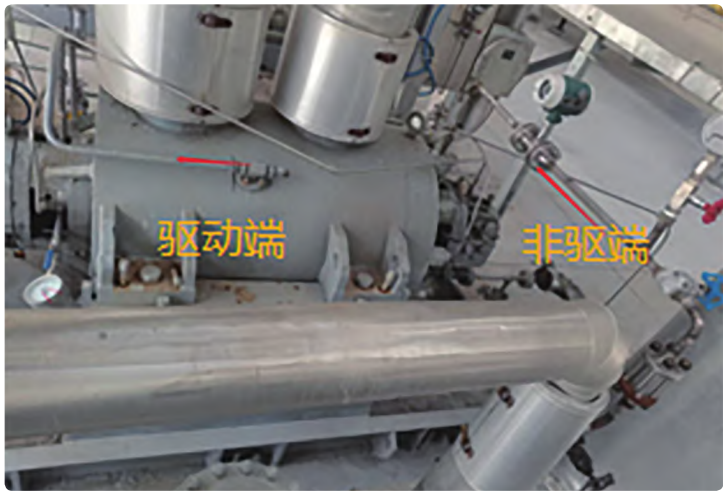
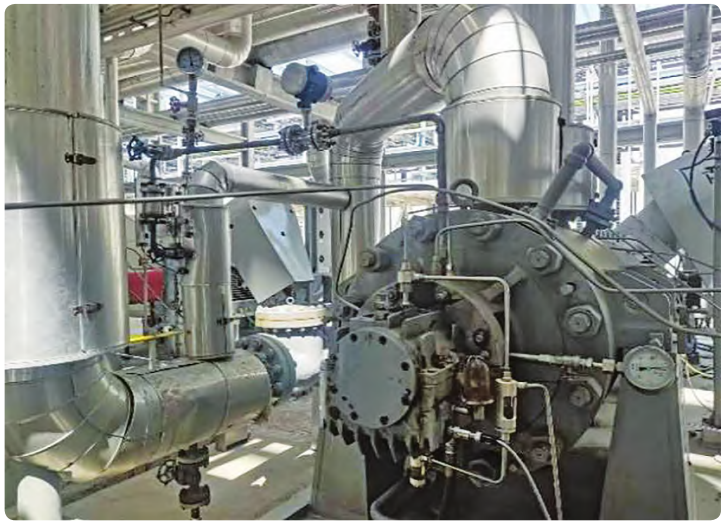


图3 泵密封冲洗管路改造



名称	未增设循环冷却水时	增设循环冷却水后
机封座温度 /℃	50	38

图4 降低密封腔温度

也延长不少。

2) 泵密封冲洗管路改造：原密封 PLAN11 冲洗管路由泵二级叶轮出口引出通过三通分别引向泵两端密封，改造后原泵密封二级叶轮出口冲洗管线直接引入泵驱动端密封腔，非驱动 PLAN11 冲洗管线从泵出口管线引入到非驱动密封腔，通过手阀控制确保密封冲洗液压力、流量，如图3所示。

3. 降低密封腔温度：对密封腔夹套进行循环水冷却，以降低密封室内温度，有利于降低介质饱和蒸气压，密封室温度降低有利于密封端面液膜形成，如图4所示。

改造效果

该机泵密封进行了改造，经过近半年的运行，该泵密封运行正常，未发生泄漏情况，有效地延长了机泵连续运转时间，解决了密封泄漏带来的安全隐患，有力地保障了装置安全平稳运行。

结论

当前炼油化工行业面临越来越大的环保及安全压力，气分装置进料泵密封一旦失效，导致烃类物质外泄及装置停工，不仅会影响装置生产运行，还严重威胁到人员的安全，甚至会导致严重的安全事故和环境污染。因此，烃类机泵密封形式的选择及密封的可靠性、安全性显得尤为重要。此次对泵密封的改造通过对泵体结构、物料性质、密封结构和原理并结合现场实际情况分析，进行了有针对性的改造，有效的解决了该类机泵密封泄漏问题，为更多类似工况的机泵密封选型、改造提供了宝贵的经验。