

煤液化进料泵优化改造及效果

宋庆旭*

中国神华煤制油化工有限公司鄂尔多斯煤制油分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017209

摘要: 某化工单位进料泵是一种特殊制作的高压往复泵。该泵的作用是将上游0.5-0.7mpa (g)的混合煤浆(由煤粉、溶剂油、催化剂组成。其中固体含量约50%)通过升压到20.1 mpa (g)后进入煤浆加热炉。该泵的技术和结构复杂,其设计充分考虑了固体进料、高温、高扬程、流量大的工艺条件,满足了某化工单位生产要求,是某化工单位核心设备之一,也是某化工单位装置重点引进设备之一。

关键词: 进料泵; 存在的问题; 优化改造; 效果

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5189-0404-45>

1 某化工单位进料泵的基础信息

1.1 某化工单位进料泵的作用

某化工单位反应进料泵是将煤浆搅拌罐底循环泵送来的煤浆,通过升压和煤浆加热炉升温,然后进入反应器进行煤浆加氢裂化反应,生成液化油。

1.2 进料泵的形式

进料泵的形式为料浆式固定排量五柱塞往复泵。

1.3 设备组成

a.动力端:包括曲轴箱、曲轴、连杆、十字头等部件;b.液力端:包括填料、柱塞和出入口排液阀组件等;c.电动机部分:包括电机和VFD调速系统;d.减速机系统;e.润滑、冲洗系统:包括注油、冲洗油和润滑油系统;f.出入口脉动抑制器等等。

1.4 结构特点

该泵为了防止煤浆颗粒磨损填料,柱塞采用同步的轴头泵注入清洁油品;为了冲洗、润滑高压填料,中部(高、低压填料中间)采用冲洗油;末端填料处采用密封油进行冷却和润滑。

1.5 注射油、冲洗油、密封油

煤浆进料是进料泵的技术难点之一。在介质中含有固体颗粒,在柱塞的往复运动中会进入填料函,磨损填料和柱塞,导致密封失效。因此,进料泵在解决此问题时,主要从两个方面:一是通过工艺手段提高柱塞表面的硬度,另一方面增加注油,使填料处于洁净环境,提高填料寿命。

2 冲洗油及注射油系统

P405来中温冲洗油,一部分不经轴头泵加压直接作为冲洗油使用,一部分油品经轴头泵加压后作为注射油。

2.1 冲洗油

冲洗油连续不断的注入低压填料和高压填料之间,起到润滑和带走可能通过高压填料带来的固体颗粒的作用。消耗量为1000L/h左右。

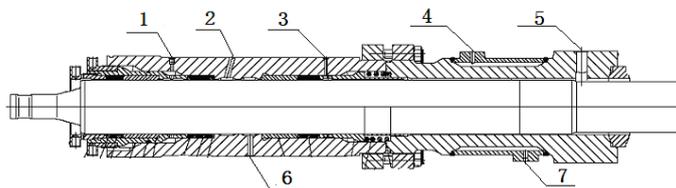
2.2 注射油

为防止煤浆进入高压填料,采用泵送介质注入填料。注入量约为介质质量的1.4~3%大约2800L/h。注油泵采用柱塞泵,为保证在主泵吸入冲程时注入,注油泵和主泵轴头连接,并保证一定的相位差,确保注油泵和主泵运行一致,即:在主泵的吸入冲程,注入泵是在排出冲程。在节流衬套和缸内形成部分洁净空间,隔离煤浆。每个液缸设有单独的注入线,每条线设有单向阀和溢流安全阀。注油单向阀在主泵排出冲程时由于压差作用下关闭,停止注油,注入冲洗油和介质一起进入系统。

*通讯作者:宋庆旭,1981,山东,汉,男,本科,助理工程师,研究方向:煤化工工艺。

2.3 密封油系统

某化工单位进料泵密封油系统，采用压力输送，将温度20度~50度，粘度40~50mm²/s的油送入密封的后端，对低压填料进行冷却和润滑，延长填料使用寿命。消耗量为5L/h。



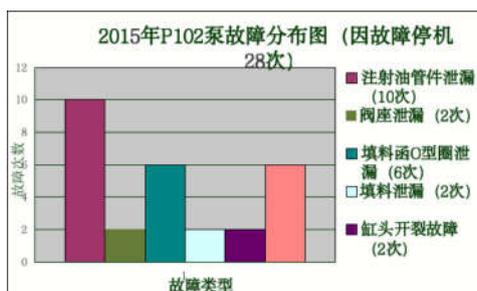
1-为密封油入口；2-冲洗油入口；3-注射油入口；4-预热蒸汽入口；5-泵体安全阀安装口；6-冲洗油回油口；7-预热蒸汽冷凝回水口

2.4 操作特点

由于煤浆固体含量高，对于实现备用设备的切换极为困难。该进料泵采用6台并联工作，没有备用泵组。为了方便操作，每台泵的额定流量是最大工作流量的110%，当其中一台泵组出现问题时，可以通过调整其他泵组的流量，保持反应总进料的相对稳定。

3 存在的问题

随着进料泵运转时间的延长，逐渐暴露出一些问题，对2015年进料泵故障统计并做出柱状图如下：



其他项包括：原填料函安全阀短管开裂3次，电气故障1次，入口膨胀节及注射油单向阀各泄漏1次。

每次进料泵出现故障都要对进料量进行调整，对故障进料泵进行冲洗，排油，维修，再经过预热启动并入系统，最短也要十几个小时。不但增加维修费用和员工的工作量，还影响了装置的负荷。为彻底解决这一问题，某化工单位成立技术攻关小组，对出现的问题逐项想办法解决。

4 针对出现的故障成立技术攻关小组进行改造

4.1 注射油管改造

在2013年注射油管的弯头，三通，以及法兰等焊口位置开始出现砂眼。经过分析，我们认为对于高压管焊接来讲，承插焊接更为稳定。我们将所有注射油管重新配置将原对焊焊口改成承插焊。只留一道对焊焊口。但是问题并没有解决，于是经过技术攻关小组分析决定对注射油管进行再次改造，将原有的弯头管件全部取消，将原承重处法兰取消，所有弯头采用管线冷弯技术，这样就有效的解决了原弯头的泄漏点，并且也解决了原注射油安全阀直段管线的热应力问题。从目前来看，改造效果较好，注射油管线泄漏的问题基本解决。

4.2 填料函透镜垫改造

从2009年开始，六台进料泵填料函高压透镜垫反复泄漏，拆检后透镜垫及其相关密封面未见明显异常，最后我们将该处的密封结构进行了改进。将透镜垫密封面由原来的全面密封尺寸变小。改进后该处密封泄漏问题得以解决。

4.3 入口膨胀节改造

2008年开工，泵运转后最突出的问题就是入口膨胀节反复泄漏，我们对膨胀节进行拆解分析认为，该膨胀节内衬之间的密封O型圈容易滑落，或是腐蚀造成泄漏。因膨胀节在安装时会发生形变，造成O型圈密封的两个工作面发生窜动，造成密封泄漏。为此我们将膨胀节国产化改造，内部增加一道波纹管，现已变成双波纹管膨胀节，改造后的膨胀节寿命大大增加，能满足现场需要。

4.4 填料函O型圈泄漏

填料函O型圈泄漏主要原因有两个：一个是O型圈长期使用后 高温变形、硬化、腐蚀导致泄漏；另一个原因是密封面被腐蚀，冲刷，造成密封泄漏。填料函密封面通过改造密封形式，填料函O型圈泄漏的问题基本解决。

4.5 主电机强制风机改造

针对乌拉卡进口强制风机为内置风机，不利于巡检的情况，2009年开始，我们陆续将该风机进行国产化，目前除F泵以外全部进行了国产化。国产化的风机电机属于外置风机，利于日常的巡检，发现问题可以提前处理。

4.6 密封油介质

原厂设计的密封油介质为L-HM46液压油，目的是将填料函内泄漏的冲洗油密封住，因考虑填料内泄漏量较少以及费用问题，我们将密封油改成中温冲洗油，有效的减少了密封油泵的润滑油费用消耗。5改造之后近四年进料泵的故障统计

近几年进料泵故障统计表

故障类型	2017年	2018年	2019年	2020年
O型圈漏	9	0	0	1
注射油管线泄漏	17	10	0	0
球阀阀座损坏	14	11	7	7
膨胀节泄漏	1	5	1	1
其它原因	5	3	1	1
总计	46	29	9	10

从统计表中可以看出，经过对进料泵的优化改造之后维修次数大幅降低，O型圈泄漏和注射油管线泄漏的问题基本彻底解决，球阀阀座损坏的问题还需攻关后彻底解决。

6 产生的经济效益

通过对进料泵一系列优化改造，现在每年大概减少维修次数20次左右，维修一次的费用大概为6.8万元，每年产生的效益大概为： $6.8 \times 20 = 136$ 万元。这还没有算因维修进料泵影响进料负荷产生的费用。

7 目前仍存在的问题：

7.1 入口集管沉积

入口集管在泵运转一段时间后逐渐沉积,每次拆开大概在集管2/3以上，沉积有可能造成入口阀座寿命减少，严重时也有可能造成吸入量不足，现通过调整大小循环的循环量，以此增加集管的流量来减少入口集管的沉积，入口集管的沉积速度有所缓解，但问题没有彻底解决。

7.2 曲轴箱润滑油粘度下降

泵在运转一段时间后通过每月的大机组采样分析数据，我们发现曲轴箱润滑油粘度会逐渐降低，也会导致润滑油泵出口压力下降，有时会造成两台润滑油泵同时运转。每过一个周期都会混兑CKD460润滑油予以配比，分析认为有可能是填料泄漏后的油气窜入曲轴箱，造成粘度降低，为此，我们设计了一个填料漏液回收系统，粘度下降的速度降低，但问题仍未彻底解决。

7.3 球阀阀座损坏

进料泵每经过一段时间的运行，球阀阀座就会出现不同程度的磨损，磨损严重时就需要停泵更换。

结束语：经过对进料泵一系列的优化改造很成功，使进料泵的故障率大幅降低，减少了维修费用，降低了员工的工作量，保证了装置的进料负荷，取得了巨大的经济效益。虽然进料泵现在还存在一些没有彻底解决的问题，随着技术的进步，大家集思广益，我相信所有的问题都会彻底解决。

参考文献：

[1]李明军.煤液化进料泵简述,内蒙古化工,2008.