

# HyPulse LSI 油浆连续过滤系统在 RFCCU 的应用

李 宁

(中石化胜利石油化工总厂, 山东 东营 257105)

**摘 要:**为降低催化油浆中固体物含量,提高油浆的附加值,胜利石化总厂引进了美国 MOTT 公司生产的 HyPulse LSI 型专用油浆过滤系统,实践证明,该系统具有滤液质量好、轻液收率高、单器过滤时间长、操作简单、事故处理方便的优点。系统投用后,大大降低了油浆中固体物含量和外甩损失量,为进一步综合利用催化油浆创造了有利条件,经济效益显著。

**关键词:**油浆;过滤器;滤液;固含量;压降

**文章编号:**1006-5539(2005)02-0046-04 **文献标识码:**A

中石化胜利石油化工总厂  $60 \times 10^4$ t/a 重油催化装置于 1997 年 5 月投产,装置原设计为直馏蜡油、焦化蜡油、减压渣油混合进料,为提高经济效益,1998 年 7 月改为全常渣进料。随着原料变重,生产方案也由油浆部分回炼、部分外甩改为全部外甩,油浆产量相应增加,油浆中固体物含量上升(达  $20\ 000 \times 10^{-6} \sim 25\ 000 \times 10^{-6}$ )。高固含量的重油催化油浆作为燃油锅炉的混兑燃料组分使用时,会造成火嘴磨损、空气预热器积灰加厚,严重时甚至堵塞预热器;作为焦化装置的进料则会使石油焦的灰分升高,降低石油焦的等级和价格。此外,高的油浆固体含量还影响了富含芳烃、特别是稠环芳烃的催化油浆作为重芳烃化工原料的良好市场利用前景。中石化胜利石油化工总厂在进行广泛调查研究的基础上,提出了在重油催化装置增设油浆过滤器的方案,以降低重催油浆中固体物含量,为进一步开发利用重催油浆、提高油浆附加值创造条件。

## 1 油浆过滤设备的选择

炼油厂用于液固分离的过滤设备有多种类型,早期的静电分离技术因其投资大、操作成本高而逐步被淘汰<sup>[1]</sup>。对于高固含量流体,反洗过滤技术是

目前最优秀的方法之一,该技术是 20 世纪 60 年代初为满足临氢化学处理过程的需要而开发的过滤技术,80 年代末期开始应用于催化油浆过滤领域。美国 MOTT 冶金公司在积累 40 余年经验的基础上,针对 FCCU 和 RFCCU 的油浆,开发出了 HyPulse LSI 型专用过滤器,并在工业应用中取得了较好效果。该过滤系统采用连续过滤、瞬放反洗技术,具有滤液质量好、收率高、生产连续平稳、操作简单、切换无扰动的特点。过滤器的过滤介质是选用特定不锈钢粉材经分级筛分和烧结而成的微米级 ( $0.2 \sim 20\ \mu\text{m}$ ) 成型滤材,该材料具有均匀的孔度分布,能够满足过滤高温油浆所要求的工艺条件,可以连续高效地过滤掉油浆中的固体颗粒。经过与国内外有关公司的多次技术交流和调研,我厂确定采用 MOTT 冶金公司的油浆过滤技术,滤芯及油浆进出口切断阀等关键阀门由 MOTT 冶金公司提供,其余采用国产设备。

## 2 HyPulse LSI 油浆过滤系统工艺流程及控制方案

在 MOTT 冶金公司提供基本技术的基础上,我厂设计室负责完成了过滤器整体方案和施工图设计,并根据我厂重催装置的实际情况,对流程和控制

收稿日期:2004-03-24;修回日期:2004-05-24

作者简介:李 宁(1972-),女,山东梁山人,工程师,学士,主要从事炼油催化裂化工作。电话:(0546) 8596729。

方案进行了大胆的改进,增加了回炼油预热流程。改进后的流程图如图 1 所示。

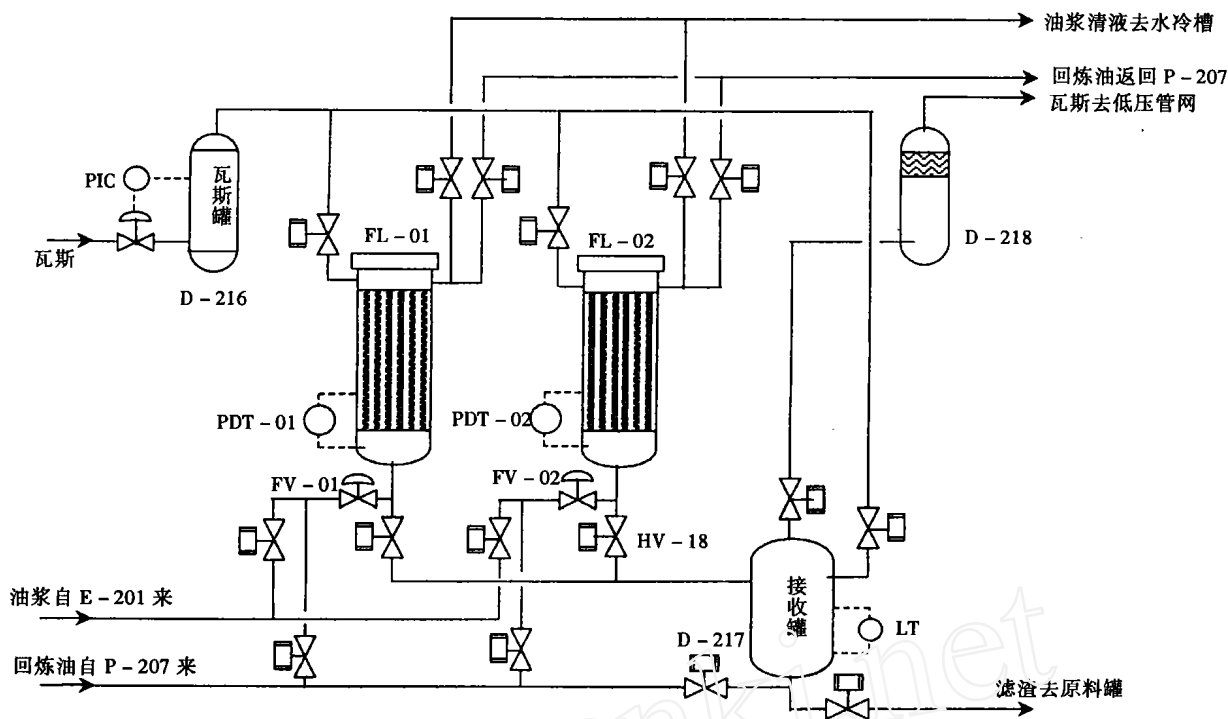


图 1 HyPulse LSI 油浆过滤系统流程

## 2.1 过滤系统流程

MOTT 油浆过滤系统主要由 2 台 LSI 型过滤器组成,1 台工作,1 台预热备用。每个过滤器都有壳体 and 62 根微孔滤芯组成(孔径  $0.5 \mu\text{m}$ ),滤芯采用 316LSS 不锈钢,壳体用碳钢。每台过滤器的过滤面积为  $16.25 \text{ m}^2$ 。温度约为  $300 \sim 320$  的油浆来自 E-201/1 出口,进入过滤器 FL-01,自过滤器滤芯内向管壁外流动,滤饼在滤芯内管壁形成。随滤饼厚度增加,过滤器出入口差压 PD-01 上升,当 PD-01 指示值上升到设定值(约  $350 \text{ kPa}$ )或过滤时间达到设定值时,油浆自动或手动切换到过滤器 FL-02 继续过滤。FL-01 切断进料进入反冲洗程序:引入反冲洗瓦斯( $0.5 \text{ MPa}$ )将过滤器内油浆清液和滤渣快速冲入反冲洗接收罐(D-217)。为避免备用过滤器温度下降,自回炼油泵出口引回炼油( $310 \sim 330$ )流经备用过滤器后返回回炼油泵入口。D-217 内滤渣积累到一定液位时用瓦斯冲洗入重催装置原料油缓冲罐,与原料混合后进入提升管,回收催化剂细粉。D-217 内瓦斯气流经缓冲罐 D-218 后排入总厂低压瓦斯管网。滤后油浆清液经水冷槽冷却后送到产品油浆罐区。

## 2.2 系统控制方案

HyPulse LSI 油浆过滤系统的控制系统是由我厂技术人员应用重油催化装置现有的 Honeywell 公司集散系统 TDC3000 中的 CL 控制语言编制出来的。该控制系统有以下特点:

- 整个操作过程可在主控室内原有的 DCS 上直接完成,系统控制全智能化,正常生产时不需到现场调整操作。
- 采用了三种控制模式:手动、半自动、自动。手动方式可对每一个气动切断球阀(或蝶阀)进行单独控制;半自动方式下系统可自动完成一个单元操作(如过滤、反冲洗、预热);自动方式下系统可自动按设定程序完成整个过滤过程。
- 可根据过滤器运行的实际情况自由选择过滤器切换条件:差压切换或时间切换。当选择时间切换时可灵活调整各个单元操作的持续时间。

## 3 系统开工运行情况

中石化胜利石油化工总厂 HyPulse LSI 型油浆过滤系统于 2000 年 12 月 16 日峻工,吹扫试压后安

装滤芯,引轻柴油联运,对控制阀和控制回路进行严格调校后18日组织开工。自2000年12月到2003年12月,除2002年4月和2003年6月随重催装置一齐停工检修外,系统已经正常运行近两年零4个月。实际使用证明,HyPulse LSI型油浆过滤器具有下述特点。

### 3.1 滤液质量高

LSI型油浆过滤器所选用的经特殊处理而成的微孔(0.5 μm)滤芯能使催化剂固体颗粒在其表面得以滤除,避免固体粒子进入孔结构中,因而可以获得高质量的滤液。系统投用后,为考察油浆中固体含量的变化情况,我厂化验室分别采用高温灼烧法和二甲苯冲洗法对滤前、滤后油浆固含量进行定期分析,结果表明,油浆固含量从过滤前的 $15\,000 \times 10^{-6}$ 左右降到 $100 \times 10^{-6}$ 左右,过滤效率达到99%以上,具体数据见表1。图2为电子显微镜拍摄的过滤前后油浆中催化剂颗粒分布照片。

表1 油浆过滤前后固含量(月平均值)/ $\times 10^{-6}$

时间	2000-12	2001-01	2001-03	2001-05	2001-09
灼烧法					
过滤前	26 180	27 540	22 590	19 370	24 430
过滤后	300	282	217	188	216
脱除率	98.85	98.97	99.04	99.03	99.12
冲洗法					
过滤前	12 290	13 400	12 800	9 750	13 530
过滤后	103	95	88	65	78
脱除率	99.16	99.29	99.31	99.33	99.42

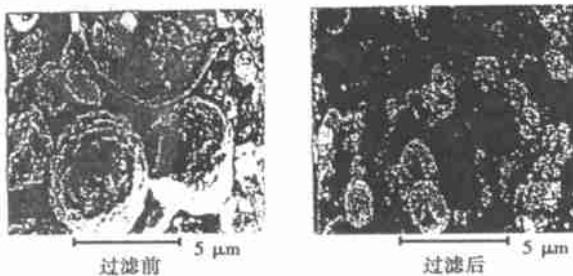


图2 过滤前后油浆中催化剂颗粒分布照片

### 3.2 油浆清液收率高

油浆清液收率是指单位时间内流出过滤器的油浆清液与流入的含催化剂固体的油浆的质量之比。由于反冲洗过程中过滤器内存有的油浆清液会随滤渣一起进入回收罐,因此过滤过程必然会有油浆损失,实际生产则希望将此损失降到最低。2001年1

~2月的统计数字表明,LSI型油浆过滤器的油浆清液收率一直维持在95%以上,油浆固含量较低时可达97%以上(2001年2月份,因过滤器底部气动蝶阀HV-18出现内漏,未对清液收率作统计)。显然,过滤同样重量的油浆,较低的初始过滤压降、较长的单器过滤时间可以相对减少反冲洗次数,从而减少油浆清液损失,提高油浆清液收率。LSI型过滤器具有低而稳定的初始过滤压降和较长的单器过滤时间。

#### 3.2.1 初始过滤压降

LSI型过滤系统将先进的金属加工技术和高效反冲洗技术结合起来,获得了连续而高效的过滤效果,该型过滤器之所以能够长周期连续地工作,主要是由于它的反冲洗操作能将滤芯内壁附着的固体颗粒冲洗得十分干净,从而恒定地恢复到最初的压力降。表2的统计数字表明,过滤器初始压力降随过滤器入口油浆流量的增加而增加。图3则给出了过滤器运行期间油浆入口流量为4.0 t/h时初始压力降的变化情况。由图3不难看出:在相同的油浆入口流量(4.0 t/h)条件下,过滤器初始过滤压降在系统投用初期略有增长,其后基本维持在29 kPa左右。

表2 过滤系统初始压力降与油浆流量的关系

油浆流量/ $t \cdot h^{-1}$	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
初始压力降/kPa	15	20	27	35	45	56

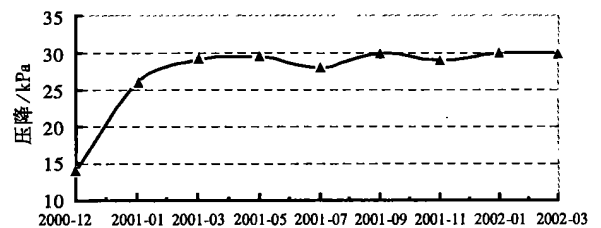


图3 系统初始过滤压降与运行时间的关系

#### 3.2.2 单器过滤时间

单器过滤时间是指自油浆进入过滤器达到切换条件而切换到另一台过滤器之间的时间间隔。过滤时间的长短与油浆进料量、油浆固含量和系统初始压降都有关系,正常情况下一般维持在1.5~2.5 h,表3给出了不同油浆流率下的过滤器运行时间。实际生产中油浆流量一般维持在3.5~4.5 t/h,单器过滤时间约为2~3 h。较长的单器过滤时间有利于提高油浆清液收率。

表 3 油浆流量与单器过滤时间的关系

油浆流量/ $t \cdot h^{-1}$	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
运行时间/min	185	175	165	145	125	100	75

### 3.3 操作方便,事故处理简单

HyPulse LSI 型油浆过滤系统操作十分方便,在自动模式下系统能够自动完成整个过滤操作,无需操作人员调整任何参数,系统操作数据可以在主控室内 DCS 上进行监控。过滤器开停工对重油催化装置的正常运转没有任何影响。装置事故状况下只需将油浆切出过滤系统,维持回炼油循环或充入柴油后静置即可。

## 4 存在问题

我厂在该油浆过滤系统中共使用了 16 个两位式气动切断球阀和 2 个两位式气动切断蝶阀。由于油浆中含有较多的催化剂颗粒,对阀门、管线磨损较严重。而且这些阀门使用频率较高,因此出现阀门泄漏的几率较高。我厂油浆过滤系统投用 2 个月,即有 4 个气动切断球阀法兰、盘根出现泄漏,给

装置的安全运行带来隐患。特别是 2001 年 3 月,气动切断蝶阀 HV-18(参见图 1)内漏严重,部分未经过滤的油浆直接进入了渣渣回收罐,影响了清液收率和系统的正常运行。因此,选择高质量的控制阀、提高阀门安装、检修质量至关重要。

## 5 结束语

从中石化胜利石油化工总厂 HyPulse LSI 型油浆连续过滤系统的运行情况来看,该系统投用后,减少了装置因油浆固含量超高易使油浆外甩管线堵塞而增加的油浆外甩量,同时为进一步综合利用重催油浆创造了有利条件。该油浆过滤系统能够实现全自动操作,适用于不同固含量的油浆过滤,过滤后的产品油浆质量较高,完全可以满足综合利用的需要,经济效益、环保效益显著。油浆过滤系统的开停工对重油催化装置的正常操作没有影响。

### 参考文献:

- [1] 中石化催化裂化协作组. 中国流化催化裂化 30 年 [M]. 洛阳:中石化催化裂化情报站, 1995. 196-197.

(上接第 45 页)

杂多酸盐孔容大小顺序,则呈现一种无序性。 $NH_4^+$  离子半径最大,但孔容却最小; $Cs^+$  离子半径位于中间位置,但孔容却最大。

表 2 不同催化剂的比表面积及孔容分布

催化剂	表面积 $/m^2 \cdot g^{-1}$	孔容 $/mL \cdot g^{-1}$	孔容分布/(%)			
			10~ 20Å	20~ 40Å	40~ 100Å	>100Å
$Cs_{2.5}$	139.70	0.08155	40.01	20.23	19.33	20.41
$K_{2.5}$	122.38	0.03234	53.27	13.54	12.49	19.60
$(NH_4)_{2.5}$	161.56	0.01699	37.14	14.00	14.13	34.55

对于杂多酸盐孔容的无序性,由上文的实验和讨论可以加以解释。 $Cs_{2.5}H_{1.5}SiW_{12}O_{40}$  是由四种不同的  $Cs_xH_{4-x}SiW_{12}O_{40}$  ( $x=0,1,2,3$ ) 混合物组成,而对于同种阳离子,其比表面积和孔容是随着阳离子个数的增加而增大<sup>[5]</sup>。所以,对于  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Cs^+$  杂多酸盐,由于他们性质的不同,即使在同种制备方法中,他们各自的  $Cs_xH_{4-x}SiW_{12}O_{40}$  ( $x=0,1,2,3$ ) 组成也不相同,这就使得孔径分布产生差异,孔

容分布呈现出无序性。

## 3 结论

由以上实验和讨论可知,对于同种阳离子,杂多酸盐的比表面积随着阳离子的个数增加而增大;对于不同阳离子,在阳离子个数相同的情况下,杂多酸盐的比表面积随着阳离子半径的增大而增大,但杂多酸盐孔容大小与杂多酸盐的组成分布有很大的关系,因而具有一定的无序性。

### 参考文献:

- [1] 王恩波,胡长文,许林. 多酸化学导论 [M]. 北京:化学工业出版社,1997. 14-15.
- [2] 何奕工,李奋,闵恩泽. 异构烷烃与烯烃的烷基化方法 [P]. CN:1232814, 1999.
- [3] Okuhara T. Advances in catalysis [C]. London: Academic Press, 1996, 41: 113-252.
- [4] Sold S. Catalysis Today [J]. 1997, 36: 441-450.
- [5] Nishimura T. Appl. Catal [J]. 1991. 73: 7-11.