

文章编号:1672-058X(2013)05-0078-03

# 油水分离设备“真空洗涤”工艺实验研究\*

张贤明, 卢浩闻

(重庆工商大学 废油资源化技术与装备教育部工程研究中心, 重庆 400067)

**摘要:**在现有真空滤油设备的基础上,向真空分离室内中充入干燥空气,通过同步获得的实验数据对比充气前后相同的真空度下的脱水效率,实验表明充气后脱水率明显提高,从而提高了传统滤油设备的油水分离效果和效率;指出了在“真空洗涤”工艺中如何优化充气量和充气部位需进一步实验研究。

**关键词:**真空洗涤;真空度;脱水率;油水分离

**中图分类号:**TP751

**文献标志码:**A

石油是不可再生资源,随着经济的快速发展和工业化进程的加快,对石油资源的需求也越来越大。如果不变废为宝,不仅浪费资源,而且会严重污染环境。所谓“废油”即是在使用一段时间后由于物理、化学或人为因素导致了油的性能劣化,生成了如醛、酮、树脂、沥青胶态物质、碳黑及有机酸、盐、水、金属屑等污染杂质<sup>[1]</sup>,不能再继续使用的油。

油液在运输、储存、加注和使用过程中会不可避免地被水分、气体和其他固体杂质浸入,受到不同程度的污染,引发一系列异常的油质衰变,降低油的稳定性和使用价值。同时,水分会与油中添加剂作用;促使其分解,导致设备锈蚀从而影响其正常使用,导致不同程度的润滑故障,造成经济损失<sup>[2,3]</sup>。所以,废油中的水分必须去除,但传统的真空滤油机存在真空度不够理想、过滤精度不高导致水分脱除不彻底等缺点<sup>[4]</sup>。介绍了废油的真空洗涤脱水方法,并通过大量实验和对比分析,找出了废油的真空洗涤脱水率的影响规律。

## 1 “真空洗涤”的定义及基本原理

油水混合液在真空分离室中的存在位置分为上部、中部和底部,从分离塔底部通入干燥空气,而待处理油液则从上部喷入。由于真空泵的抽取,使分离罐的内部保持必要的真空环境,而且水的沸点随着真空度的增大而降低,所以上部的水分很容易变成水蒸汽被抽走。在真空条件下,在油的底部通入经干燥净化的空气,用于制造出大量的细微“空泡”,使油料成为“空泡”和油品混合为两相态。由于“空泡”中的绝对压力远低于水的饱和蒸汽压和气体在油中的分离压,从而使油中“空泡”附近的水分和气体蒸发<sup>[5]</sup>。而“空泡”在油中不断上升和扩大,使蒸汽表面积不断增大,而且蒸发界面不断更新,“空泡”浮升到油面上破裂,将所携带到上层的水分(气体)释放后被真空泵抽走,从而使油液中部和底部的水分得到去除,快速地提高了分离效率。

收稿日期:2012-12-05;修回日期:2013-02-22.

\* 基金项目:国家自然科学基金(51075417);重庆市教委科技资助项目(KJZH11211).

作者简介:张贤明(1955-),男,重庆市人,教授,博士后导师,从事废油资源化技术与装备研究.

## 2 实验方法与材料

### 2.1 实验方法

实验通过真空滤油机来实现废油的处理,以真空度为变量,温度、液体流量、气体流量以及运行时间为不变量,每次调节真空度的变化处理废油,然后测出进出油的含水量,计算出含水率,通过实验数据分析作图找出规律。

### 2.2 主要实验仪器和试剂

实验仪器有(ZL-5S)真空滤油机、SYD-2122B型微量水分测定仪、森兰SB40变频器、SA系列活塞式空气压缩机。所用到的实验试剂有卡尔·费休试剂和石油醚,所用的油样是废旧的46#汽轮机油。试验装置图如图1所示。



图1 试验装置

## 3 实验结果与分析

在充气之前,把各项不变量参数调至固定值。加热器的温度调至60℃,液体流量为全开状态,调节变频器使真空度为42 kPa,把待处理的废油混合均匀。实验开始时,先在设备的油液进口处取得油样 $X_1$ 密封保存,然后打开真空泵,待油液全部进入了真空分离罐后,关闭真空泵,打开排油泵,排油20 s立即在排油口取得油样 $X_2$ 。用微水仪分别测出 $X_1$ 和 $X_2$ 各五组数据然后分别求平均值,最后算出该温度下的脱水率 $\eta = (\text{进油含水量} - \text{出油含水量}) / \text{进油含水量}$ 。每次只需调节变频器使真空度分别为52、62、72、82 kPa,分别对废油进行处理后,取得进油和出油油样,测得油中残余含水数据就可以计算出每组真空度条件下的脱水率,实验数据如表1所示。对分离室充气后,在保持其他实验条件不变情况下,调节变频器使得真空度对应42、52、62、72、82 kPa,在该实验条件下分别检测获得数据,如表2所示。

表1 未通气时脱水率

温度 60℃ (未通气时)			
真空度/kPa	进油含水	出油含水	脱水率
42	0.141 25	0.113 900	0.193 6
52	0.120 53	0.093 080	0.227 7
62	0.113 53	0.083 265	0.266 6
72	0.153 85	0.104 140	0.323 1
82	0.131 99	0.073 843	0.440 5

表2 通气后的脱水率

温度 60℃ (通气时)			
真空度/KPa	进油含水	出油含水	脱水率
42	0.088 655	0.031 169	0.302 5
52	0.124 590	0.084 740	0.319 8
62	0.152 770	0.080 449	0.473 4
72	0.160 000	0.104 880	0.345 9
82	0.113 770	0.056 917	0.499 7

(1) 从以上实验数据可知,没有充入干燥空气时,脱水率随着真空度的升高而提高。真空度低于72 kPa时上升趋势缓慢,高于72 kPa时上升趋势变快。这是因为随着真空度的升高,水的沸点也不断降低,最终使油液中的水分在温度很低的条件下就变成气态。真空度越高,水份沸腾汽化的速度也就越快,单位时间内水分被抽出也越多,所以脱水率呈上升趋势。但是真空度越高,对真空设备的要求越高,成本将急剧升高。

(2) 充入干燥空气,随着真空度的升高,脱水率也呈增大的趋势。但在62 kPa出现峰值,这是由于实验测试手段有限而引起的误差,此处可能是一个异常点,但并不影响整体趋势。

(3) 从两条曲线都可以看出,真空度越高,脱水率越高。因为随着真空度的升高,水分在相同温度条件下蒸发温度与实际环境温度压差更大,水分更容易蒸发。

(4) 通过对比可以发现,在 42、52、62、72、82 kPa 每个真空度下,充入干燥空气比不充入干燥空气的脱水率要高,这表明充入干燥空气对真空滤油机的脱水效果有明显的提高。这是由于充入干燥空气,加大了流入罐体的可挥发源,导致排出的气流也必然大幅增加,气流向上运行与油水向下运行反向相互作用使油水混合物的湍流状态更加剧烈,产生的能量更大,造成油水混合物表面能更加容易被破坏,再加上气体的携带作用使油水在一定的温度和真空度下更容易暴露,这样就快速加速了水分的蒸发。

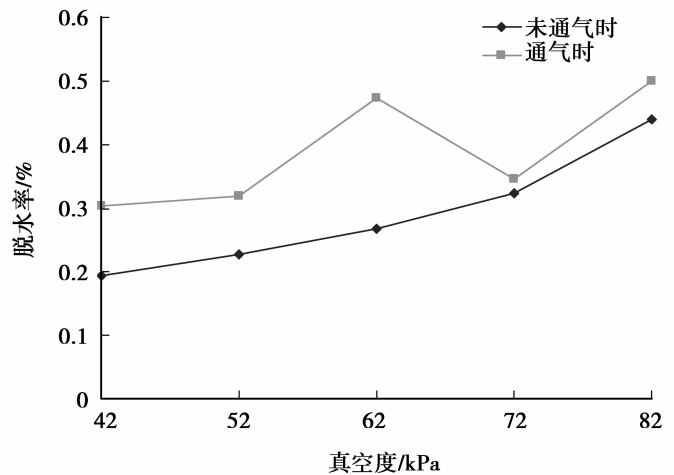


图 2

## 4 结 论

通过大量实验,得出“真空洗涤”工艺相对于传统真空脱水工艺具有更高的脱水效率。而且随着真空度的升高脱水率也对应提高,但考虑到技术要求以及真空设备的成本,真空度应控制在一定范围。但充气部位的选择以及充气量的大小也是影响分离效率的因素,仍需要进一步的实验研究。

### 参考文献:

- [1] MENDELEVICH A, ZAMOTAILOV V, SARGANOVA R S, et al. Use of centrifuges and separators in plants for regeneration of turbine oils[J]. Chemical and Petroleum Engineering, 2002, 38: 5-6
- [2] 黄传刚. 润滑油中水分的危害及检测方法[J]. 石油商技, 2004, 22(4): 47-48
- [3] 张贤明. 油处理方法和高效真空滤油机[J]. 中国电力, 1994(5): 64-66
- [4] 卢浩闻, 张贤明. 真空滤油机研究现状[J]. 重庆工商大学学报: 自然科学版, 2012, 29(3): 75-78
- [5] 孟宪坤, 邢卫红. 基于计算流体动力学软件的气旋浮流场分析[J]. 设计与研究, 2010, 37(6): 5-10

## Experimental Research on Oil-water Separation Equipment of “Vacuum Cleaning”

ZHANG Xian-ming, LU Hao-wen

(Engineering Research Center for Waste Oil Recovery Technology and Equipment of Ministry of Education,  
Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

**Abstract:** On the basis of the existing vacuum filter, to add dry air to vacuum separation tank, and to compare dehydration efficiency before and after the ventilation under the same vacuum through the synchronous experimental data, the experiment shows that the dehydration rate is obviously improved after ventilation, thus oil purification effectiveness and efficiency from water of traditional oil filtering equipment is improved. Further experiment research is needed for how to optimize the ventilatory capacity and position in “Vacuum Cleaning” technology.

**Key words:** “Vacuum Cleaning”; vacuum degree; dehydration rate; oil-water separation

责任编辑: 田 静