

紧凑型油水处理技术及设备

邓松圣, 周明来

(重庆后勤工程学院, 重庆 400016)

摘要:提出了集旋流分离、过滤分离、粗粒化分离以及重力分离技术于一体的紧凑型固-油-水分离技术,并研制了相应的装置,对重庆市的汽车摩托车制造、机械加工、汽车维修及储运油容器清洗产生的固-油-水混合物进行处理,保护长江、嘉陵江及三峡水库的生态环境,排放水含油量小于10mg/L;由于采用了高效旋流分离等技术,结构紧凑,非常适用于要求移动性好的场合;装置具有自动加热、自动排油和自动排水等功能,实现了无人职守,运行成本低。

关键词:粗粒化;旋流分离;油水分离

中图分类号:X505

文献标识码:A

文章编号:1001-2141(2003)07-0018-03

机械工业在重庆工业中占有重要地位,汽车摩托车制造、机械加工、汽车维修等广泛产生含油废水,有些没有进行处理便直接排放进入江河,对环境造成污染。随着三峡工程的实施,水流速度慢且水流迂回,油污的危害性增大。另外,在石油、化工、铁道、机械等部门有大量储运油容器需要清洗,如铁路油罐车、汽车油罐车、油库及加油站各种储油罐、机场储运油设施和油轮船舱等。随着对环境保护的重视,必须对机械加工和储运油容器清洗等场所产生的含油废水进行处理,排放水必须达到国家二级排放标准,对于固定清洗场所,这比较容易实现,但是,在应用移动式清洗装置进行清洗的场所以及不宜建固定式处理装置的场所,必须配备紧凑型固-油-水分离设备,对含固体颗粒的含油废水进行就地处理。本文提出了集旋流分离技术、过滤分离技术、粗粒化分离技术及重力分离技术于一体的综合固-油-水分离技术,并研制了相应的分离装置,以处理机加工业和清洗业产生的固-油-水混合物,处理后的水含油浓度小于10mg/L,可以就地排放或循环利用。长期的应用试验表明,该装置性能稳定可靠。

1 分离技术及流程

1.1 旋流分离技术

含油废水进入旋流器后,一方面,不溶的油-水两相介质一起绕水力旋流器轴线作旋转运动,另一方面,油粒还做轴向和径向运动,其速度由油粒在旋流场所受作用力的相互关系确定。较重的水受到的离心力大,

从旋流器底部流出进入下一级处理装置(注:在该油水分离装置中,从位置上看,水从旋流器顶部外边流出)。较轻的油粒向中央汇聚而从顶部溢流口排出,进入污油收集容器。

水力旋流器最早使用场所之一是海洋石油工业。由于钻井平台面积宝贵,常规的重力分离方法不适应,水力旋流器具有处理量大、结构简单、无运动部件、体积小、占地面积小、维护成本低等优点,非常适合在海洋钻井平台使用。在其它众多场合,如机械加工和储运油容器清洗产生的含油废水处理、油田开采后期的原油预处理等,水力旋流器也获得了广泛的应用。

在处理铁路油罐车、汽车油罐车、油库及加油站各种储油罐、机场储运油设施及油船舱清洗产生的含油废水时,通过对旋流器进行合理设计,不仅能分离固体颗粒,而且还能分离游离油,分离的最小固体颗粒度为0.045mm,分离的油粒粒径为10 μ m以上。

1.2 粗粒化分离技术

粗粒化分离是对含油废水进行深度处理的技术,可以将直径为5~10 μ m以上的油珠完全分离,在分离条件最佳时,可以分离到1~2 μ m。可供采用的粗粒化材料的种类较多,主要有三类:粒状物、纤维状物、多孔状物。应用粗粒化分离技术的关键是根据实际情况(如重量、占地面积、成本、使用寿命等),选择合适的粗粒化材料。为了减轻重量、方便维修和降低成本,选用聚丙烯纤维滤芯。聚丙烯滤芯耐热温度为100 $^{\circ}$ C以上,非常适用于对利用热水清洗储运油容器产生的废水进行现场处理的场合。为了确保分离效果,串接了两级粗粒化容器。在设计粗粒化分离容器时,应合理确定介质流速,保证在分离容器内聚集增大的油珠有足够的上浮时间,不被水流带走,确保分离效率。

收稿日期:2003-03-21

作者简介:邓松圣(1963-),男,工学博士,后勤工程学院军事供油工程系副教授,主要从事水射流及含油废水处理的研究工作。发表论文30余篇。

基金项目:重庆市科委科技攻关项目(6757)。

在粗粒化分离容器之前安装了过滤器,除去固体颗粒,减少未在旋流器分离的固体颗粒对粗粒化滤芯的影响,提高其使用寿命,确保分离质量。

1.3 重力粗分离技术

为了提高分离效率并减轻旋流分离及二级粗粒化分离容器的负荷,含油的多相废水混合物在进入螺杆泵之前,先进入缓冲容器,使气体分离,粗颗粒固体沉降,轻油上浮到液面上用刮油板去除。

从旋流器及二级粗粒化分离容器排出的油水混合物进入到污油收集容器,有充分的时间进行重力沉降分离,沉降水上升到一定高度后自动返回油水分离装置再次进行分离,有利于减小污油收集容器体积,分离装置结构更紧凑。

1.4 分离流程

将前述的旋流分离技术、粗粒化分离技术和重力沉降分离技术等相结合,并进行优化设计,油水分离装置流程如图 1 所示。

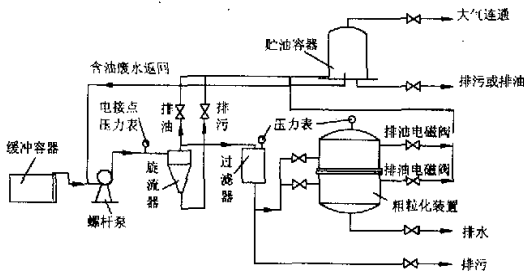


图 1 油水分离器工作流程

2 自动检测与控制

含油废水处理装置具有先进的自动检测与控制技术,自动化程度高,实现了无人职守。

在粗粒化分离容器顶部安装了电极传感器,当油位上升到设计位置时,比较电路给出一个触发信号,电磁阀开启,油自动排入到污油收集容器;然后,水位上升,达到设计高度时,电磁阀关闭,停止排油。

在污油收集容器也安装了电极传感器,当水位上升到设计值时,比较电路给出一个触发信号,电磁阀开启,底部含油水返回螺杆泵入口,重新进行油水分离;当水位下降到设定位置时,电磁阀关闭,停止排水。

当含油废水处理装置堵塞后,通过带电接点的压力表给出一个报警信号,螺杆泵自动停运,保护油水分离装置不受损坏。

在粗粒化分离容器顶部安装了热电阻和电加热器,并由温控仪自动控制介质温度。当容器顶部介质温度低于设定值时,电加热器投入运行,自动加热;当温

度高于设定值时,电加热器停止加热。这有利于在低温时高凝点油品的自动排放。

3 设计计算

3.1 旋流器中固体颗粒分离粒度计算

通过计算旋流器中固体颗粒的分离粒度,为选择旋流器后面的过滤器的过滤精度提供依据。旋流器的固体颗粒分离粒度按 Побабов 推导的下述公式^[1]计算。

$$d_{50} = 0.046 \left[\frac{D_c D_o \mu \text{tg} \left(\frac{\alpha}{2} \right)}{D_i \rho^{0.5} \alpha^{0.6} K_D K_a (\rho_s - \rho)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式中 D_i —旋流器入口管直径,cm;
 D_o —旋流器溢流口直径,cm;
 D_c —旋流器底流口直径(依处理能力确定),cm;

μ —流体粘度,P;

α —旋流器锥角,度;

p —旋流器进口压力,m 水柱;

ρ_s —固体颗粒密度, g/cm^3 ;

ρ —流体密度, g/cm^3 ;

K_D, K_a —与旋流器结构有关的系数。

$$K_a = 0.79 + \frac{0.044}{0.0379 + \text{tg} \left(\frac{\alpha}{2} \right)} \quad (2)$$

$$K_D = 0.8 + \frac{1.2}{1 + 0.1 D_i} \quad (3)$$

将有关数据代入式(2)和(3)后得到: $K_a = 1.0495, K_D = 2.8696$,再代入(1)式得 $d_{50} = 0.0045 \text{cm}$ 。

3.2 油粒在粗粒化分离容器内的停留时间

油粒上浮速度 V_i 计算如下

$$V_i = \frac{d^2 (\rho - \rho_s) \alpha}{18 \mu} \quad (4)$$

式中 d —上浮油粒直径;

ρ —水的密度;

ρ_s —油的密度;

μ —水的动力粘度;

$\alpha = 1$ 。

油粒上浮时间 t_1 为

$$t_1 = \frac{h}{v_i} \quad (5)$$

式中 h —油粒上浮距离(即分离容器柱体高度)。

油粒停留时间 t_2 为

$$t_2 = \frac{h}{\frac{Q}{0.25 \pi D^2}} \quad (6)$$

(下转第 25 页)

新世纪在呼唤,环保问题已经摆在了包装印刷工业的面前,欲使我国包装印刷工业沿着新世纪的绿色化旋律不断向前发展,我们必须加大环保科技投入,研究、开发和应用更多无毒无害的新工艺、新技术和新材料。

4 参考文献

- 1 金银河. 包装印刷. 北京:印刷工业出版社,1997.
- 2 任天飞,张广华. 包装辞典. 湖南长沙:湖南出版社,1991.
- 3 中国包装网. 当前我国包装印刷工业现状. 2001-10-25.
- 4 周震,赵贤淑. 关于异丙醇润版液的利弊. 印刷技术,2000,(5):48.
- 5 龚张水. 印刷油墨发展动向. 印刷技术,2001,(4):115-117.
- 6 旧曲. 丝网印刷中的环境保护. 印刷技术,2001,(32):58-59.
- 7 杨秋香,胡思亮. 浅谈印刷产业中的环保问题. 三晋测绘,1999,(2):

*** ** * ** * ** * ** * ** * ** *
(上接第 19 页)

式中 Q——油水分离装置的处理能力;
D——容器流通直径。

设计计算中要求 $t_2 > t_1$, 才能确保油粒在粗粒化分离容器中充分分离。

3.3 强度设计计算

粗粒化分离容器可以看作为薄壁圆筒,其封头为标准椭圆形封头,按照《压力容器设计规范》,可以计算筒体钢板壁和封头壁厚,选整后进行强度校核。对设计压力为 0.6MPa,筒体内径为 0.6m 的情况,不锈钢筒体和封头的厚度均为 4mm。

4 装置特点

4.1 应用范围广,性能稳定。含油废水处理装置能有效地分离机械加工、轮船及各种储运油容器清洗等场所产生的含固体颗粒含油废水,经环保部门测试,排放水含油浓度小于 10mg/L,达到国家二级排放标准。该装置在湖南新韶油库、山西晋城油库、辽宁凌源油库、威海市怡和专用设备制造有限公司等单位投入使用均在 1 年以上,性能稳定。

4.2 结构紧凑,移动性好。研制了高效旋流分离装置,相对于重力分离装置,极大地减小了设备体积,经旋流器处理后的水含油浓度大大降低,减少了粗粒化分离容器的处理负荷,可以避免使粗粒化滤芯选取趋向保守的作法;将粗离化分离容器重叠布置,成倍地减小了占地面积,结构更紧凑;在污油收集容器安装了电极传感器,当容器内存水较多时,底部水(含有部分油)返回螺杆泵入口,重新进行分离,有利于减小设备体积,使装置更紧凑。处理量为 3t/h 的油水分离器站地面积为 1100mm×1100mm,处理量为 5t/h 的油水分离器站

- 40-41.
- 8 绿色包装材料及绿色包装印刷材料. 中国包装网,2001-08-17.
- 9 尹铁虎,侯丽苹,王金娥等. 印刷业与环境保护. 北京印刷学院学报,1995,(1):80-81.
- 10 听印. 印刷与环保——无醇印刷. 印刷信息,2001,(8):12-13.
- 11 骆光林,杨勇. 柔印水基油墨的研究. 印刷杂志,2001,(4):53-54.
- 12 韩压东. 紫外线光固化油墨发展状况及趋势. 印刷技术,2001,(4):140-142.
- 13 杜维兴. 21 世纪柔印发展展望. 印刷技术,2001,(8):126-127.
- 14 闫勇. 有机废气中 VOC 的回收方法. 化工环保,1997,17(6):332-335.
- 15 张文俊,邓九兰,韩国君. 低浓度、大风量有机废气治理技术发展和现状. 安全,1998,(6):7-10.

*** ** * ** * ** * ** * ** * ** *

地面积为 1400mm×1400mm,该装置非常适宜于配备在轮船、移动式清洗装置以及某一工厂非固定使用场所。

4.3 适用温度范围广,分离油品种类多。由于对分离容器上部空间介质进行了自动加热,分离油排放顺利,即使对凝点高的油品,在略高于 0℃时,该装置仍能正常工作。

4.4 经济效益好。装置自动化程度高,实现了无人职守,降低了运行成本,操作费用主要为电费。按每天运行 8h 计算,每天的运行费用为 10 元。考虑分离后的水循环使用节省 40 元和回收油品 4kg(假定油水混合物含油浓度为 100ppm),使用该装置的经济效益十分明显,3 年便可收回投资。

5 结论

5.1 集旋流分离技术、过滤分离技术、粗粒化分离技术、重力分离技术于一体的固-油-水分离技术与装置,能有效地处理机械加工和储运油容器清洗等场合产生的固-油-水混合物,排放水含油浓度小于 10mg/L,达到国家二级排放标准。

5.2 装置结构紧凑、体积小、重量轻,非常适用于使用空间受限及移动式场合。

5.3 装置具有自动加热功能,适用温度范围广,分离油品种类多。

5.4 装置自动化程度高,实现了无人职守,降低了运行成本,经济效益显著。

6 参考文献

- 1 褚良银,陈文梅,戴光清. 水力旋流器. 北京:化学工业出版社,1997.