

旋流除砂技术在海上采油平台的应用研究

张军, 郭军, 唐驰, 龚道童, 郑之初
(中国科学院力学研究所, 北京 100080)

摘要

本文描述了海上平台采用旋流除砂需要重视和解决的技术问题, 介绍了为研究这些问题而建立的可模拟实际工况的实验设备和在该设备上所进行的油砂分离试验和各种油水配比条件下的液固分离试验。试验结果表明, 通过二级分离, 对大于80目的砂粒, 除砂效率能达到95%。

关键词: 旋流分离器; 除砂; 油砂分离

1 引言

在钻井和采油过程中, 砂砾经常造成卡钻、设备磨损、输送系统堵塞等危害。随着油田的开发, 对砂害的治理越来越重视。目前油田中有多种除砂形式, 如油井里采用“砂管”、“除砂器”等阻砂; 在地面集输系统中, 采用过滤、重力、旋流、加热及化学处理等除砂方式。不同地区根据各个油田油质、含水量、含砂状况, 采用不同的处理方法。在地面除砂中, 旋流除砂是一项比较有效的分离技术, 其优点在于旋流器结构简单, 具有较好的固液分离效果, 能够适应油田连续性生产, 无运动部件, 易于操作和维护, 投资费用低而得到广泛应用。但旋流分离器一般只能分离两相(气固、液固、气液), 对气液固三相混合物, 其分离效率会受到影响, 所以对含气情况必须先除气后除砂。十五期间, 为实现海上油气混输工艺的特殊要求, 并作为混相增压的配套技术(增压泵前加除砂器预防泵叶片的磨损), 作者在原旋流分离除砂技术的基础上, 研制了能用于海上平台的稠油除砂技术, 对大于100目的砂, 除砂效率能达到90%。

2 模拟试验设备

2.1 试验系统

为考核分离器的实际效率, 力学所建造了液固分离试验系统, 并以海上平台实际工况为参考。除砂系统的原理示于图1。

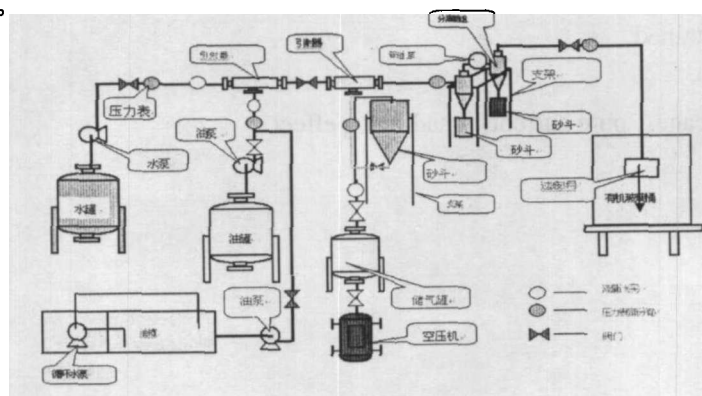


图1 除砂系统原理图

收稿日期: 2005-07-30

它是采用引射器混合油、水、砂,然后进入两级分离器逐级分离,提高分离效率;在出口处设置出口捕砂器,把溢口流出的小砂粒收集起来,从入口处砂的称量结果,以分离器处收集到的砂量以及捕砂器处得到的砂量,可以得到分离器的效率和除砂范围。本套系统有三个关键装置,分别简述如下:

加砂器 它包括进气管、进水管、加砂管、压力表及阀门等。采用引射器引入砂,可以用压缩空气引入,也可用水引入。能控制加砂速度,提高分离器分离效率,保证砂粒形状,使粒径不易被破坏,确保能够得到分离器准确效率。图 2 为已加工完成的加砂器装备。

捕集器 是由一级过滤网、二级过滤网及溢流外筒组成。其中溢流外筒壁上的孔径和数量的选择是很重要的,它可以影响到分离器的效率。以前是把没被离心式分离器分离出来的残砂随溢口液体混流到下一级容器里,计量很费劲,这套系统是直接把溢出的小颗粒捕集到两层滤网里,从而可方便得到分离器没分离出来的砂。图 3 为装于系统上的捕集器。

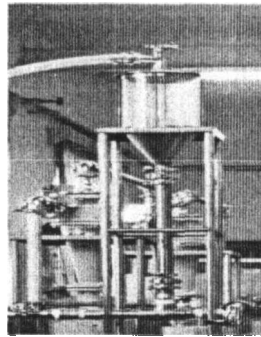


图 2 加砂器



图 3 捕集器

分离器 液固分离的关键部件,是利用旋流的原理把液固两相中的重质相分离下来,来液由进料口以一定流速进入旋转腔高速旋转,重质相沿壁而下,轻质相在中心旋转而上,达到分离的目的。通过进口管径达到离心速度的控制,分离器的尺度按最大旋流速度设计,它的特点就是速度快、体积小。为保证高效分离,特设了两级串联分离。



图 4 旋流分离器结构原理图

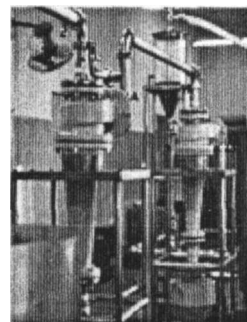


图 5 两级分离设备图

2.2 装置的特点

此系统采用了新的砂加入方式、油水混合方式,全部使用不锈钢材料,配以两级分离。本试验系统有以下优点:

①利用引射器混合油、水、砂,通过控制油泵、水泵的流量来实现不同配比油水混合物在不同流速下的除砂效率,不再因为离心泵改变砂的粒径而影响分离器效率,探求在何种条件下分离器的效率达到最佳;

②两级分离器逐级分离,第二级分离器就要把第一级没除掉的细一点的砂分离出来,从而提高整体分离效率;

③设置了出口捕砂器,把混合在油水中从分离器溢出的砂捕捉到,精确得到加入到系统中全部砂的组成;

④管线和管件采用不锈钢,从而避免管道因生锈、结垢影响试验结果的准确性;

⑤在管线设计中注意了结构、接口等处,尽量减少弯头、阀门、法兰数量,增大转角半径,避免管线盲区;在每次试验结束后,都可以用水或压缩空气清洗管道,消除砂残留对新试验结果的影响。

3 试验结果

本次试验为初步检验系统。采用流体为自来水,砂为较粗的20-40目的自然形状砂,参数见下表。泵的流量为 $9.2\text{m}^3/\text{h}$,压力为 0.45MPa ,砂的引入为压缩空气压入,压力为 0.05MPa 。开泵运行稳定后打开砂的阀门,砂均匀的流下,待完全加入后约20s关闭水泵。约5min后打开砂斗排出砂,取出捕集器内的砂网收集其中的砂,处理后的结果如下:

表1 试验数据

试验前加入砂	粒径组成	20-40目	40-60目	60-80目	<80目
	质量(g)	2017	0	0	0
一级分离器	粒径组成	20-40目	40-60目	60-80目	<80目
	质量(g)	1674	171.5	19.5	64.5
二级分离器	粒径组成	20-40目	40-60目	60-80目	<80目
	质量(g)	0	4	0	0
捕集器	粒径组成	20-40目	40-60目	60-80目	<80目
	质量(g)	0	0	0	0
分离出砂总重			1933.5 g		
除砂效率			约96%		

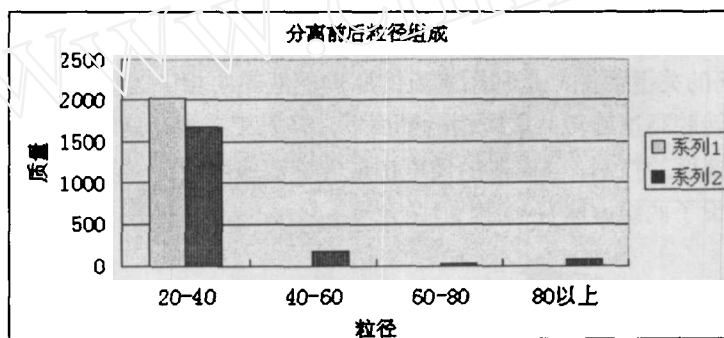


图6 粒径变化分布图(系列1为分离前砂的组成,系列2为分离后砂的组成)

3.1 试验系统

试验系统设备如图7所示。

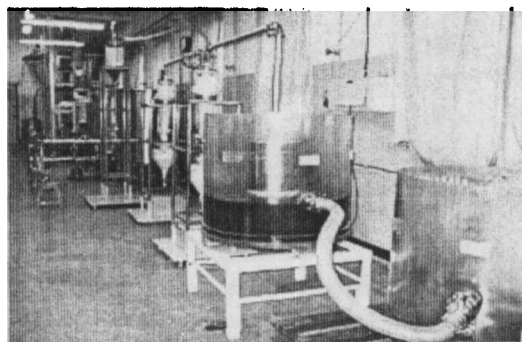


图7 试验系统全貌

3.2 试验结论及分析

经过初步试验,这套新除砂系统性能良好,达到了“十五期间”中科院和中海油联合研究项目中油中除砂项目提出的设计要求。

虽然采用了引射器引入砂,不存在离心泵叶轮的破坏,但砂为自然形状,有尖角,在加入过程中和管壁的碰撞,还有在旋流分离器中高速运动而存在少量砂的破坏,所以导致分离前后粒径的变化。

如果采用抛光后的砂, 这种情况可能要好很多。

4 海上平台除砂解决方案

通过室内试验, 有效验证了旋流分离器的除砂效率。由于海上平台的特点和限制, 室内试验装置用做平台除砂, 还需要做很大的改动。根据实际工况, 我们制定了一套解决方案。如图 10 所示, 整套设备由旋流器、箱体、泵、阀门、管线、仪表、接口等几部分构成。两套 NXS13 型旋流器可以通过阀门的开关, 快速完成串、并联或一路工作、一路备用等工作状态的转换; 箱体用来储存分离出的泥砂, 如果需要, 可以在箱体内完成含油泥砂的初步清洗。

此方案特点如下:

- ①采用整体封装结构, 外部尺寸可限于 $3\text{m} \times 2\text{m} \times 2.5\text{m}$ 范围内, 便于运输和安装;
- ②设备总重不超过 3t;
- ③设备简单可靠, 寿命长, 易于维护;
- ④操作简便, 劳动强度低;
- ⑤经改造可实现全自动无人值守工作;

要验证此方案的可行性, 需要对现场工况详细资料的进一步了解, 现场试验也是必须的。

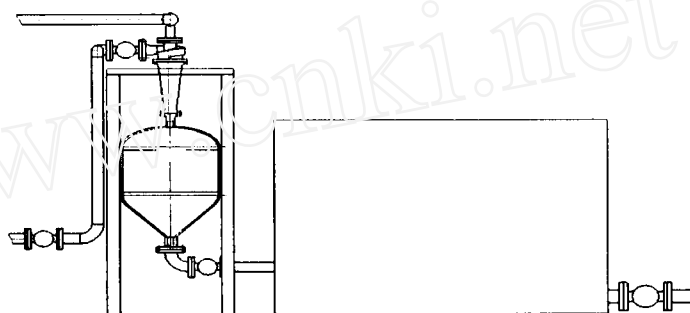


图 8 海上旋流除砂系统

The Application of Centrifugal Desanding Technology in Offshore Platform

ZHANG Jun, GUO Jun, TANG Chi, GONG Dao-tong, ZHENG Zhi-chu
(Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract

This paper describes the techniques for removing sand from dense crude oil on offshore platform by centrifugal equipment, and presents the test device set up at the Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences for the innovated desander and the experimental study of the performance of the desander. The results show that through two-stage of separation, 95 percent of sand can be removed by the desander.

Key words: centrifugal equipment; desander; oil-sand separation