

一体化预分水装置在高含水油田的应用*

克伟¹ 胡长朝¹ 王莉莉¹ 谭文捷¹ 唐志伟¹ 毕彩霞¹

摘要: 为克服现有集输及产出液处理系统预分水设施的局限性,研制了一体化预分水装置。该装置为撬装装置,由主体撬和过滤撬两个撬块组成,主体撬可实现高含水原油的预分水和污水净化,使出水含油量和含悬浮物含量 ≤ 50 mg/L;过滤撬依据出水水质要求,可采用常规滤料过滤或耐污染多孔道膜精细过滤。现场应用表明:一体化预分水装置可在1 h内预分出高含水原油中50%以上的污水,并完成对分出污水的净化处理,使出水水质达到特低渗透油藏注水水质“5、1、1”指标,能够满足高含水油田现场预分水需求;装置的投资仅为现有同等处理规模装置的50%,且运行成本低;可标准化、模块化设计与施工,安装使用方便;适用于高含水油田预分水和污水就地处理,实现节能降耗、降本增效;可“以污代清”进行注水开发,节约清水资源,减少污水外排。

关键词: 高含水油田;一体化装置;预分水;工艺流程;效益分析

Doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2016.1.029

Application of Integrated Equipment for Water Preseparation in High Water-cut Oilfield

Dang Wei, Hu Changchao, Wang Lili, Tan Wenjie, Tang Zhiwei, Bi Caixia

Abstract: In order to overcome the disadvantages of existing water preseparation facilities for gathering and transportation and output liquid processing system, a integrated equipment for water preseparation has been developed. This equipment is a skid-mounted unit, which is composed of a main skid and a filter skid. The main skid is used for water preseparation and wastewater treatment, the outlet content of oil and suspended particle of which can be both controlled under 50 mg/L. The filter skid can adopt conventional filtration or antifouling porous membrane filtration, depending on the requirement of effluent quality. Field application tests show that, using this equipment for water preseparation and wastewater treatment, 50% of the wastewater of high water-cut produced fluids can be preseparated within 1 hour, and the outlet content of oil, suspended particle and median diameter of suspended particle can be controlled under 5 mg/L, 1 mg/L and 1 μ m, respectively, which meets the needs of high water-cut oilfields. Due to its low investment (e.g. 50% of conventional equipment), low operating cost, standardized and modular design and construction, easy to handle, this equipment can be widely used for water preseparation and wastewater treatment in high water-cut oilfields, which can make the best use of energy and cost. In addition, the treated wastewater can be directly used for waterflooding, thus, saving fresh water resources and reducing the sewerage drainage.

Key words: high water-cut oilfield; integration; water preseparation; process; benefit analysis

随着油田进入高含水开发期,产液量不断增加,现有集输及产出液处理系统难以适应高含水期产液量不断剧增的集输和处理需求。集输及产出液处理系统主要存在以下问题:①系统大多超负荷运行,部分污水水质不达标,影响原油生产和环境保

护;②系统增容改造工程量及投资巨大,国内油田仅改造费用每年就高达数十亿元;③集输系统每天需对大量产出液进行加热脱水处理,大部分热能消耗在对污水的无效加热升温上,而加热处理后的污水又需长距离返输至注水站进行注水开发,能耗和

*基金论文:国家自然科学基金(51508573);中国石油化工股份有限公司科技开发部项目(P12104)。

¹中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院

处理成本急剧增加；④部分边远区块采取注清水、汽车拉运污水集中处理等生产方式，增大污水处理成本的同时，浪费大量清水资源^[1]；⑤多余污水的出路问题无法得到解决。随着新环保法的实施，污水外排几乎无可能性，而回注又受地层接纳能力等限制。

实施预分水，在井场或接转站提前把污水分离出来并就地处理达标后回注，剩余低含水油再送至联合站进行集中加热脱水处理，可避免对大部分污水进行无效加热和长距离往返输送，减少联合站的进液量，并降低进液含水率，可有效解决以上问题。

国内油田目前一般采用三相分离器等设备进行预分水^[2-7]，这些设备基本能满足预分水要求，但分出的污水含油指标偏高（500 mg/L左右），需配套建设常规污水处理系统，其典型工艺流程为高含水采出液→预分水器→除油罐→沉降罐/气浮→缓冲罐→提升泵→过滤器→精细过滤器→出水。污水处理工艺流程复杂，投资高，占地多，无法满足工艺简化需要，且对分出污水的处理基本是在联合站内进行，无法实现就地预分水、就地处理、就地回注的目标。

为克服现有集输及产出液处理系统预分水设施的局限性，中石化石油勘探开发研究院研制了一种处理效率高、占地面积小、投资低的一体化预分水装置。该装置为橇装装置，集成了高效旋流、多相快速分离两项核心技术，以及气浮、聚结等技术，同时具有预分水和污水处理功能。本文主要介绍装置的技术特点，并通过现场应用试验，对装置的预分水净化效果进行评价。

1 一体化预分水装置

1.1 装置组成

一体化预分水装置由主体橇和过滤橇两个橇块组成，可利用常规卡车进行吊装移动。主体橇由预分水系统、多相快速分离系统、溶气气浮系统、缓冲提升系统等组成，根据需要可增加气液分离系统；过滤橇由过滤系统、反洗系统、加药系统等组成。两橇块分别配套有相应的仪表和自动控制系统。图1为安装于某接转站、处理规模为600 m³/d的一体化预分水装置。

主体橇块可实现高含水原油的预分水和污水净化，出水含油量和含悬浮物含量≤50 mg/L。过滤橇块依据出水水质要求，可采用常规滤料过滤或耐污染多孔道膜精细过滤。



图1 一体化预分水装置

1.2 工艺流程

预分水工艺流程为井排来液→一体化预分水装置→出水。井排来液带压进一体化预分水装置的预分水系统进行预分水，分出的污水经投加净水剂后进入多相快速分离系统，该系统在数分钟内可除去大部分油和悬浮物，出水在溶气气浮系统得到进一步净化。

溶气气浮系统出水在缓冲系统沉降后，经泵提升至过滤系统过滤，滤后水输至回注系统。

预分水系统分出的低含水原油送至联合站进行集中加热脱水处理。

1.3 技术参数

进液：含水≥70%的高含水原油；

工作温度：≤100℃；

气液比：≤50；

工作压力：0.2~1.0 MPa；

处理液量：300~2 000 m³/d；

处理污水量：100~1 120 m³/d；

出水水质：含油量≤5 mg/L，悬浮物含量≤1 mg/L，悬浮物粒径中值≤1 μm（“5、1、1”指标）。

2 装置的现场应用

2.1 现场应用效果

自2014年3月起，一体化预分水装置在某接转站进行了现场应用试验。现场井排来液温度45℃，原油密度0.88~0.89 g/cm³，平均含水80%，含硫、乳化程度较高，含杂质多。试验过程中，井排来液直接进装置进行预分水，分出的低含水原油输往原油外输罐，低含油污水在装置内进行净化处理，净化后的污水输往站内注水系统。根据现场实际情况，过滤系统滤料选择为石英砂。通过现场试验，评价了装置在不同来液量、来液压力、分水量、加药量等条件下的预分水净化效果。

现场报表显示（部分数据见表1），在处理规模600 m³/d、投加净水剂浓度80 mg/L、溶气水回流比10%、工作压力≥0.17 MPa条件下，一体化预分水装置可在1 h内预分出高含水原油中50%以上的

污水,并可将从污水中的含油量、含悬浮物指标控制在5 mg/L以内,出水水质稳定,精细过滤后可就地回注,证明该装置处理效果达到了预期目标,能够满足现场预分水需求。现场井排来液和一体化预分水装置出水对比见图2。

现场应用试验还证实,过滤系统选用耐污染多孔道膜精细过滤器,并采用错流过滤后,装置出水含油量 ≤ 5 mg/L,悬浮物含量 ≤ 1 mg/L,悬浮物粒径中值 $\leq 1 \mu\text{m}$,可直接就地回注。

表1 装置应用效果

日期	来液量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	来液含水/ %	出水含油量/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	出水悬浮物含量/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
04.01	25	79	5	3
04.02	26	80	2	3
04.03	24	80	1	4
04.04	25	82	4	5
04.05	26	84	1	2
04.06	26	83	3	3
04.07	23	84	5	4
04.08	25	85	1	3
04.09	26	78	3	5
04.10	24	79	4	5
04.11	23	82	2	3
04.12	25	84	1	2
04.13	26	81	2	3
04.14	24	81	1	2
04.15	25	80	2	2



图2 来液与装置出水对比

2.2 效益分析

以处理规模为600 m^3/d 装置为例,占地和投资方面的对比:一体化预分水装置占地不到200 m^2 ,投资300万元,而常规重力沉降工艺装置占地667~1 333 m^2 ,投资不低于600万元。前者比后者节约投资50%,节约占地70%,若和同等处理规模的常规生化工艺装置相比,一体化预分水装置带来的经济效益则更为可观。

运行成本方面的对比:一体化预分水装置的运行成本主要是电费和药剂费用,共计约每立方米水1.56元,与常规重力沉降工艺的运行成本相当。

应用一体化预分水装置进行预分水,除可以节约占地、投资和运行成本外,还可“以污代清”进行注水开发,节约清水资源,减少污水外排;可避

免对大部分污水进行无效加热,减少燃料消耗和废气的排放;可减少汽车拉运污水,避免污水长距离往返输送和站场的大规模改造,进而降低了能耗、成本和改造投资,为企业带来显著的经济效益和良好的社会环境效益。

3 结论

(1) 一体化预分水装置可在1 h内预分出高含水原油中50%以上的污水,并完成对分出污水的净化处理,出水水质达到特低渗透油藏注水水质“5、1、1”指标,满足高含水油田现场需要。

(2) 装置的投资仅为现有同等处理规模装置的50%,且运行成本低,可标准化、模块化设计与施工,安装使用方便,适用于高含水油田的接转站或边远小油田井排来液预分水和污水就地处理,也适用于联合站内预分水,具有很高的推广应用价值。

(3) 利用一体化预分水装置代替常规技术工艺中的预分水器、除油罐、沉降罐、缓冲罐、过滤器等大型设备,可简化工艺流程,减少占地和投资,实现节能降耗,降本增效。

参考文献

- [1] 赵正权,徐冬,张浩,等. 中国污水处理电耗分析和节能途径[J]. 科技导报, 2010, 28 (22): 43-47.
- [2] RUBIO J, SOUZA M L, SMITH R W. Overview of flotation as a wastewater treatment technique[J]. Minerals Engineering, 2002, 15 (3): 139-155.
- [3] AHMADUN F R, PENDASHTEH A, ABDULLAH L C, et al. Review of technologies for oil and gas produced water treatment[J]. Journal of Hazardous Materials, 2009, 170 (2-3): 530-551.
- [4] LIU H F, XU J Y, ZHANG J, et al. Oil-water separation in a novel liquid-liquid cylindrical cyclone[J]. Journal of Hydrodynamics, 2012, 24 (1): 116-123.
- [5] 杨时榜,叶学礼. 油气田地面工程技术现状及发展趋势[M]. 北京:石油工业出版社, 2011: 43-44.
- [6] 汤清波,钱维坤,李玉军. HNS型高效三相分离器技术[J]. 油气田地面工程, 2007, 26 (6): 16-17.
- [7] 仲如冰. 胜利油田回注污水处理技术新进展[J]. 石油与天然气化工, 2013, 42 (1): 86-90.

作者简介

党伟:高级工程师,1983年毕业于西南石油大学,从事油气田污水处理技术研究,010-82311660, dangwei.syky@sinopec.com,北京市海淀区北四环中路267号,100083。

收稿日期 2015-08-11

(栏目编辑 樊韶华)