

# 油田废压裂液氧化气浮处理技术

刘刚 大庆油田采油八厂

**摘要:** 压裂是油井和水井增产、增注的主要措施, 压裂产生的废压裂液成分复杂, 具有COD值高、黏度高、悬浮物含量高等特点, 是油田污染源之一。若废压裂液不经过处理直接排放至地面或地下掩埋, 会对周边环境特别是农作物造成危害, 对地表和地下水污染严重。依据废压裂液组分, 采用氧化气浮方法与油田污水处理技术相结合对废压裂液进行无害化处理。该技术在大庆油田某联合站得到应用, 处理后出水水质指标达到油田污水处理站来水水质要求, 实现了油田废压裂液无害化处理。

**关键词:** 废压裂液; 氧化气浮; 环境污染; 无害化处理

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.10.021

## 1 废压裂液的危害

压裂是油井和水井增产、增注的主要措施, 通过压裂来改善油层渗透能力。压裂工艺产生废压裂液来源是作业过程中地层返排的废液(占总压裂液的30%左右)和作业后剩余的压裂液。

废压裂液成分复杂, 主要组成有增稠剂(瓜胶)、交联剂、助排剂、黏土稳定剂等十几种添加剂, 还含有地层中返出的油污、岩屑、黏土颗粒、压裂液与地层发生反应后的终端产物, 以及压裂液破胶后产生较小相对分子质量的有机产物等。废压裂液具有COD值高、黏度高、悬浮物含量高等特点, 油田废压裂液基本性质见表1。废压裂液若不经过处理而直接排放到地面或地下掩埋, 会对周边环境特别是农作物造成危害, 对地表及地下水污染严重, 对生态环境造成严重危害。若将废压裂液直接输送至污水处理系统后将严重扰乱生产系统的正常运行, 大量消耗水处理药剂或降低处理效果, 造

成处理后水质不达标<sup>[1-2]</sup>。

表1 油田废压裂液基本性质

COD/ mg · L <sup>-1</sup>	悬浮物含量/ mg · L <sup>-1</sup>	含油量/ mg · L <sup>-1</sup>	黏度/ mP · s	pH值
1 000~10 000	100~2 000	100~500	3~12	5~9

## 2 废压裂液无害化处理

针对废压裂液组分的特性, 运用氧化气浮为主的多级物理与化学组合处理方法对油田废压裂液进行无害化处理。工艺流程由氧化单元、油-水-泥分离单元、过滤-外输单元三部分组成。首先在氧化单元添加氧化剂, 通过氧化反应实现废液破胶和破乳; 然后在油水水泥分离单元采用气浮工艺将废液中油、水、泥分离, 固态物质运送到含油污泥处理站处理; 过滤-外输单元将污水过滤达到设计指标后输送入所依托站场污水系统<sup>[3]</sup>。油田废压裂液无害化处理流程见图1, 技术参数见表2。

### 2.1 氧化单元

将废压裂液输送至氧化罐, 废液黏度大(含有

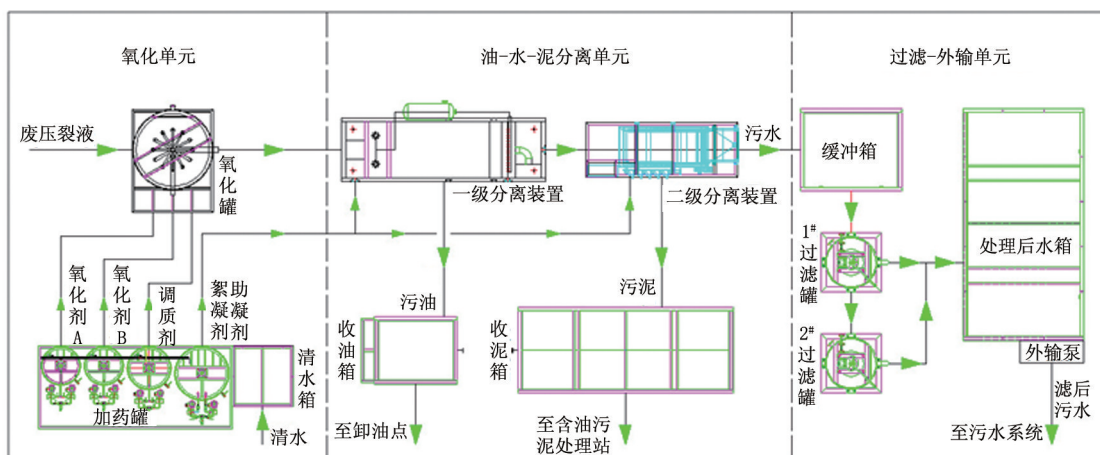


图1 油田废压裂液无害化处理流程



表2 油田废压裂液无害化处理技术参数

名称	COD/mg·L <sup>-1</sup>	悬浮物含量/mg·L <sup>-1</sup>	含油量/mg·L <sup>-1</sup>
原始值	1 000~10 000	100~2 000	100~300
设计值	≤1 000	≤100	≤30
去除率	≥90%	≥95%	≥90%

瓜胶、聚丙烯酰胺等黏性物质), 乳化程度高。首先添加氧化剂 A (强氧化剂) 进行一级氧化, 实现破胶和破乳, 废液破胶和破乳后有利于絮凝剂有效扩散并且增强悬浮物的聚结沉降能力。控制废压裂液流速 (或在氧化罐停留时间) 使废液与药剂的充分混合, 提高反应速率。由于废液含有大量铁离子, 一级氧化后废液色度仍比较大, 加入碱性调质剂使废液呈碱性将铁离子沉淀去除。加入氧化剂 B (弱氧化剂) 进行二级氧化去除色度, 调质和二级氧化过程合并一起操作<sup>[4]</sup>。加药装置技术参数 (现场配置药液) 见表 3, 氧化罐技术参数如下: 管式反应器 1 台,  $Q=10\text{ m}^3/\text{h}$ , 30 s; 氧化罐 1 台,  $V=10\text{ m}^3$ , 1 h。

表3 加药装置技术参数

名称	技术参数
氧化剂 A 加药装置	$Q=315\text{ L/h}$ , $p=0.7\text{ MPa}$ , $V=2\ 000\text{ L}$
氧化剂 B 加药装置	$Q=170\text{ L/h}$ , $p=1.0\text{ MPa}$ , $V=1\ 000\text{ L}$
调质剂加药装置	$Q=120\text{ L/h}$ , $p=0.7\text{ MPa}$ , $V=1\ 000\text{ L}$
絮凝剂加药装置	$Q=170\text{ L/h}$ , $p=1.0\text{ MPa}$ , $V=1\ 500\text{ L}$

经过氧化反应后的污水进入油-水-泥分离单元进行液、固相分离。

## 2.2 油-水-泥分离单元

分离处理采用两级气浮沉降处理工艺, 将氧化单元处理后废液中的污油和固体悬浮物进行分离。

一级气浮沉降处理主要去除废液中污油, 采用高效溶气气浮装置, 根据废液中含油情况调节加入絮凝剂和助凝剂的量。链式除油装置将浮于液面上, 污油刮入收油箱内, 定期就近运至卸油点处理。沉降产生的少量污泥排入收泥箱。

二级气浮沉降处理主要去除废液中固体悬浮物, 采用高能旋流气浮处理装置, 加入絮凝剂和助凝剂, 能有效地去除废压裂液中的 COD 和固体悬浮物, 实现固相分离。固相物质沉降到分离器底部, 定期向收泥箱排放, 定期就近运至含油污泥处理站处理。气浮装置技术参数见表 4。

表4 气浮装置技术参数

名称	技术参数	反应时间
一级分离处理	$Q=12\text{ m}^3/\text{h}$ , $V=12\text{ m}^3$	≥45 min
二级分离处理	$Q=12\text{ m}^3/\text{h}$ , $V=12\text{ m}^3$	≥45 min
链式除油装置	线速度: 5 m/min	

分离出污水经泵送入过滤-外输单元进行过滤处理。

## 2.3 过滤-外输单元

污水经过缓冲水箱, 平稳、匀速、依次泵入一级和二级过滤罐进行过滤。两级过滤罐可串联过滤, 也可只进行一级过滤。根据出水水质指标来选择过滤方式。污水过滤后进入储水箱, 当水箱水位达到设定高度时。外输泵自动开启向污水系统输送污水。自清洗过滤器 2 台,  $Q=12\text{ m}^3/\text{h}$ , 滤速为 6 m/h。

## 2.4 现场应用情况

2014 年在大庆油田某联合站应用该处理工艺。根据出水水质指标化验结果及设计指标, 调整氧化剂、助凝剂及絮凝剂浓度进行废压裂液无害化处理效果对比。

考虑出水指标及药剂成本因素, 经过综合比选, 现场实际处理时按氧化剂为 500 mg/L、絮凝剂为 230 mg/L、助凝剂为 6 mg/L 加药浓度运行, 此时各项指标达到设计要求且药剂费用低, 处理药剂成本 5.17 元/立方米。装置现场应用情况见表 5。

表5 废压裂液处理装置现场应用情况

名称	COD/mg·L <sup>-1</sup>	悬浮物含量/mg·L <sup>-1</sup>	含油量/mg·L <sup>-1</sup>
设计指标	≤1 000	≤100	≤30
处理前	1 291~1 370	180~220	116~166
处理后	623~741	56.6~60.5	8.9~9.6

目前装置运行平稳, 出水水质中 COD、悬浮物、含油指标达到大庆油田污水处理站来水水质要求, 直接进入联合站污水处理站处理; 分离出来的污油及污泥就近运至污泥处理站处理。

## 3 结论

随着油田不断深入开发, 压裂等增产、增注措施应用逐年增多, 废压裂液对环境的污染越来越受重视, 从环境保护和方便油田生产管理角度, 将现有的废压裂液处理技术与油田污水处理技术相结合, 实现油田压裂液无害化处理, 处理后污水的进入联合站污水系统, 有效保护环境。

## 参考文献

- [1] 宁晓刚. 浅析废压裂液的危害及处理[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2013, 33 (13): 268.
- [2] 刘音, 常青, 曹阳, 等. 油田压裂反排液处理的研究进展[J]. 石油化工应用, 2013, 32 (9): 5-9.
- [3] 马云, 何顺安, 侯亚龙. 油田废压裂液的危害及其处理技术研究进展[J]. 石油化工应用, 2009, 28 (8): 1-3.
- [4] 罗淇峰. 油田压裂返排液的深度处理技术研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2013, 33 (12): 92.

[作者简介] 刘刚: 2008 年毕业于东北石油大学石油工程专业, 从事油气集输规划工作。

(0459) 4512217、13945934194

收稿日期 2015-04-28

(栏目主持 张秀丽)

