

团 体 标 准

T/CIECCPA XXX-XXXX

海上油田生产污水处理 技术要求

Technical requirements for efficient treatment of production wastewater
in offshore oilfields
(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中 国 工 业 节 能 与 清 洁 生 产 协 会 发 布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 总体要求	2
5 工艺技术	3
6 水质项目及检测	9
7 运行控制与管理	10
8 清洁生产管理	10
9 污泥处置	11
10 应急管理	11
11 弃置要求	11

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口管理。

本文件起草单位：中海油研究总院有限责任公司。

本文件主要起草人：窦培举、李聃、张明、陈子婧。

本文件为首次发布。

海上油田生产污水处理技术要求

1 范围

本文件规定了海上油气田生产污水处理技术的总体要求、工艺技术、水质项目及检测、运行控制与管理、清洁生产管理、污泥处置、应急管理与弃置要求。

本文件适用于中国境内新建、扩建和改建项目的海上油气田生产污水处理系统设计和运行管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1576 工业锅炉水质
GB 4914 海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值
GB/T 6904 工业循环冷却水及锅炉用水中 pH 的测定
GB/T 6908 锅炉用水和冷却水分析方法 电导率的测定
GB/T 6909 锅炉用水和冷却水分析方法 硬度的测定
GB/T 7486 水质 氰化物的测定
GB/T 12148 锅炉用水和冷却水分析方法 全硅的测定 低含量硅氢氟酸转化法
GB/T 12149 工业循环冷却水和锅炉用水中硅的测定
GB/T 12151 锅炉用水和冷却水分析方法 浊度的测定
GB/T 13689 工业循环冷却水和锅炉用水中铜的测定
GB/T 13922 水处理设备性能试验
GB/T 14420 锅炉用水和冷却水分析方法 化学耗氧量的测定 重铬酸钾快速法
GB 14554 恶臭污染物排放标准
GB/T 14640 工业循环冷却水和锅炉用水中钾、钠含量的测定
GB/T 15453 工业循环冷却水和锅炉用水中氯离子的测定
GB/T 16489 水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法
GB/T 18920 城市污水再生利用 城市杂用水水质
GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
GB 34330 固体废物鉴别标准 通则
GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准
GB 39728 陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准
GB 50014 室外排水设计标准
GB/T 50823 油气田及管道工程计算机控制系统设计规范
GB/T 50892 油气田及管道工程仪表控制系统设计规范
CJ/T 169 微滤水处理设备
CJ/T 170 超滤水处理设备
DL/T 502.14 火力发电厂水汽分析方法 铜的测定（双环己酮草酰二胺分光光度法）
DL/T 502.22 火力发电厂水汽分析方法 化学耗氧量的测定（高锰酸钾法）
DL/T 502.5 火力发电厂水汽分析方法 酸度的测定
DL/T 502.8 火力发电厂水汽分析方法 游离二氧化碳的测定（固定法）

HJ 2025 危险废物收集、贮存、运输技术规范
HJ 579 膜分离法污水处理工程技术规范
NB/T 14002.3 页岩气 储层改造 第3部分：压裂返排液回收和处理方法
Q/HS 2042 海上碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法
Q/HS 3174 海上油气田生产水处理及注水系统设计规范
SY/T 5329 碎屑岩油藏注水水质指标技术要求及分析方法
SY/T 6714 油气管道基于风险的检测方法
SY/T 7377 钻井液设计规范
SY/T 7627 水基压裂液技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生产水 produced water

在原油 / 天然气开采过程中伴随原油 / 天然气产出的经油气水分离设施分离出的水。

3.2

生产污水 production wastewater

除生产水外，还包括压裂返排液。

3.3

回灌 water recharge

为了达到油田环保的要求，将多余的生产水处理合格后注入非生产地层的措施。

3.4

反冲洗 back flush

清除截留在过滤层中的杂质，使其在短时间内恢复处理能力的过程。

3.5

冲洗强度 wash rate

单位时间内单位滤料的冲洗水量，一般以 $L/(m^2 \cdot s)$ 计。

3.6

水力停留时间 hydraulic retention time

待处理污水在反应器内的平均停留时间，即污水在反应器内作用的平均反应时间。

3.7

密封气 seal gas

将压力容器与大气隔离而使用的覆盖气体，可为惰性气体或天然气。

4 总体要求

4.1 一般要求

4.1.1 去除生产污水中含有的悬浮物、油滴、细菌等杂质，使其满足回灌、回注、回用或排放的要求。

4.1.2 外排水质应按 GB 4914 规定执行，并符合当地政策法规的有关规定。

4.1.3 海上油气田生产水处理达标后应优先用于油田注水开发。

4.2 生产水处理要求

4.2.1 注水水质指标应按照油田化学专业提出的指标执行，或满足 Q/HS 2042 规定要求。

4.2.2 非环境敏感区域且无注水需求的海上油气田，处理后的生产水宜排放入海，排放时宜执行 GB 4914

第三级排放浓度要求。

4.2.3 环境敏感区域且无注水需求的海上油气田，处理后的生产水宜考虑回灌，回灌水水质指标应按照油田化学专业提出的指标执行，或满足 Q/HS 2042 规定要求。

4.2.4 采用一种以上水源进行混合注水或回灌时，应保证两种水的配伍性、与油层水的配伍性均满足要求。

4.2.5 稠油注汽开采油田，采出水处理达标后宜回用于注汽锅炉。

4.3 压裂返排液处理要求

4.3.1 处理后的压裂返排液若达到回用标准，宜优先回用于钻井液或压裂液的配制。

4.3.2 处理后用于配制钻井液的水质指标，应按照 SY/T 7377 的规定执行。

4.3.3 处理后用于配制压裂液的水质指标，应按照 SY/T 7627 的规定执行。

4.3.4 不满足回用条件的压裂返排液，宜采用回注地层的方式处置，回注指标应满足 SY/T 5329 和 Q/HS 2042 的规定要求。

4.3.5 不满足回用条件且不具备注入条件的压裂返排液应运送至具有资质的污水处理厂进行处理。

4.4 处理设备要求

4.4.1 应根据污水水质特点进行分质分段处理，减少设备负荷。

4.4.2 应定期对处理设备进行检查和维护，确保设备处于良好的运行状态，减少设备故障和能耗增加。

4.4.3 处理设备宜采用多层结构或紧凑布局，以提高平台甲板利用效率。

4.4.4 应采用高效处理设备，以减小设备体积，降低占地面积。

4.4.5 应提高设备集成度，宜采用模块化、撬装化设计，核心处理单元宜采用一体化撬装设备，减少设备之间的连接管道。

4.4.6 应提高功能集成度，提高处理系统的运行效率，实现智能化管理和运行。

4.4.7 宜引入自动化控制系统，对处理过程进行实时监测，并根据监测结果自动调整处理设备的运行参数，实现精准处理。

4.4.8 设备材质应满足在污水中长期浸泡不软化、不变形、耐油、耐腐蚀等要求。

4.4.9 工作温度低于 0℃时，应对设备进行保温；工作温度高于 60℃时，设备应具有防烫措施。

4.4.10 对闲置或报废的设备进行修复、改造和再利用，提高设备的适用效率，延长设备的使用寿命。

5 工艺技术

5.1 预处理单元

5.1.1 斜板除油技术

5.1.1.1 斜板隔油池宜用于去除粒径大于 80 μm 的油珠。

5.1.1.2 为了让浮升到斜板上部的油珠便于流动和去除，斜板倾角宜为 45°~60°，板间流速宜为 3~7mm/s。

5.1.1.3 斜板长度和宽度应根据处理量、污水性质，以及设备占地面积等因素综合考虑，斜板长度宜为 1~2 米，宽度宜为 0.5~1 米。

5.1.1.4 斜板间距应根据污水中油滴的大小和处理要求来确定，一般为 30~50mm。

5.1.1.5 进水口应设置在斜板除油器下部，并采用穿孔管或布水器的进水方式确保废水在容器内的分布均匀。

5.1.1.6 出水口应设置在斜板除油器上部，并高于斜板的顶部，同时设置溢流装置。

5.1.2 气浮处理

5.1.2.1 根据污水性质及处理要求，宜参考 Q/HS 3174 的规定选择气浮选机型式。

5.1.2.2 采用溶气气浮时，溶气压力宜为 0.2~0.4MPa，或根据试验确定。

- 5.1.2.3 采用全加压溶气气浮时，污水进入溶气罐之前，宜用泵加压至 0.3~0.5MPa，或根据厂家提供数据确定。
- 5.1.2.4 采用部分加压溶气气浮时，宜取污水量的 30~50%进行加压和溶气，或根据厂家提供数据确定。
- 5.1.2.5 采用回流加压溶气气浮时，回流量宜取原污水量的 25~50%进行加压和溶气，或根据厂家提供数据确定。
- 5.1.2.6 采用射流气浮时，污水中悬浮物颗粒粒径应小于射流器喷嘴，喉管直径与喷嘴直径之比宜为 2~2.5。
- 5.1.2.7 工作水温低导致絮凝效果较差时，除增加投药量外，宜增加回流量或溶气压力。
- 5.1.2.8 气浮设备宜按防爆设计，盖板材料应为难燃材料，并设置排气设施，处理过程中产生的废气排入集中收集/处理系统。

5.1.3 旋流分离

- 5.1.3.1 进料管应为切向布置，并根据污水进入旋流器的速度和旋转强度确定进料管尺寸和角度。
- 5.1.3.2 污水通过进料管进入圆柱段，应根据污水在圆柱段的停留时间和分离效率确定圆柱段的直径和长度。
- 5.1.3.3 圆柱段下方连接圆锥段，分离更细小的颗粒。圆锥段的锥角宜为 10~20°。
- 5.1.3.4 旋流器的中心轴线上应设置溢流管，并根据溢流产品的质量和流量确定溢流管的直径和插入深度。
- 5.1.3.5 旋流器的底部应设置底流管，并根据底流产品（重质组分）的流量和浓度确定底流管的直径。
- 5.1.3.6 旋流器低负荷运行时，宜调整分流比、入口压力、溢流/底流背压等关键操作参数保障分离效率。

5.1.4 聚结除油

- 5.1.4.1 当生产水中原油粒径小且乳化较严重时，宜采用聚结除油器进行处理。
- 5.1.4.2 聚结除油器的前端应根据来水水质情况设置预处理工艺，以满足聚结分离器入口的指标要求。
- 5.1.4.3 聚结除油器的选型应根据来水水质情况，依据试验结果，经技术经济比较后确定。当缺乏试验条件的情况下，可参考规模相当、进出口指标水质相似条件下已有工程的运行经验确定。
- 5.1.4.4 当来水乳化程度较高时，宜在聚结除油器入口加入反相破乳剂；当来水中含有铁细菌（IB）、硫酸盐还原菌（SRB）等常见菌种时，应在聚结除油器入口或其上游设备入口加入杀菌剂，以防止二价铁化合物及硫化物堵塞滤芯。
- 5.1.4.5 应定期对聚结除油器进行水反冲洗或气水联合反冲洗，水反冲洗时每台设备反冲洗水流量为正常处理流量的 70~100%，时间为 15~20min；气水联合反冲洗时每台设备反冲洗气水总流量为正常处理流量的 130~150%，其中反冲洗水流量为正常处理流量的 70~100%，时间为 15~20min。

5.2 深度处理单元

5.2.1 滤料过滤处理

5.2.1.1 一般规定

- 5.2.1.1.1 过滤器类型应根据设计规模、运行管理要求、进出水水质和平台设备布置空间等因素，通过技术经济比较后确定。
- 5.2.1.1.2 滤速应通过实验确定或参照相似条件下已有过滤器的经验确定。
- 5.2.1.1.3 过滤器宜按照标准化设计原则及其系列规格确定，一般不少于 2 台。
- 5.2.1.1.4 过滤器反冲洗强度和时间应通过实验确定或参照相似条件下已有过滤器的经验确定。
- 5.2.1.1.5 过滤器反冲洗后产生的污水宜回流至前端生产水处理流程。

5.2.1.2 核桃壳过滤器

- 5.2.1.2.1 核桃壳过滤器宜作为第一级过滤设备。
- 5.2.1.2.2 在缺少资料的情况下，滤速宜 $\leq 16\text{m/h}$ ；水反冲洗强度宜为 $16\sim 17\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，水反冲洗时间宜为 15~20min。

5.2.1.3 石英砂过滤器

5.2.1.3.1 石英砂过滤器作为第一级过滤设备时，在缺少资料的情况下，滤速宜 $\leq 8\text{m/h}$ ；水反冲洗强度宜为 $14\sim 15\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，水反冲洗时间宜为 $10\sim 15\text{min}$ 。

5.2.1.3.2 石英砂过滤器作为第二级过滤设备时，在缺少资料的情况下，滤速宜 $\leq 4\text{m/h}$ ；水反冲洗强度宜为 $12\sim 13\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，水反冲洗时间宜为 $10\sim 15\text{min}$ 。

5.2.1.4 改性纤维球过滤器

5.2.1.4.1 改性纤维球过滤器宜作为第二级过滤设备。

5.2.1.4.2 在缺少资料的情况下，滤速宜 $\leq 16\text{m/h}$ ；水反冲洗强度宜为 $15\sim 16\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，水反冲洗时间宜为 $15\sim 20\text{min}$ 。

5.2.1.5 双/多介质过滤器

5.2.1.5.1 双/多介质过滤器作为第一级过滤设备时，在缺少资料的情况下，滤速宜 $\leq 10\text{m/h}$ ；水反冲洗强度宜为 $15\sim 16\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，水反冲洗时间宜为 $8\sim 10\text{min}$ ；气反冲洗强度宜为 $15\sim 20\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，气反冲洗时间宜为 $5\sim 8\text{min}$ ；气-水反冲洗时间宜为 $8\sim 12\text{min}$ 。

5.2.1.5.2 双/多介质过滤器作为第二级过滤设备时，在缺少资料的情况下，滤速宜 $\leq 6\text{m/h}$ ；水反冲洗强度宜为 $13\sim 14\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，其余操作参数可参考双/多介质过滤器作为第一级过滤设备时的操作参数。

5.2.2 膜过滤处理

5.2.2.1 一般规定

5.2.2.1.1 在注水水质要求满足注入层平均空气渗透率 $\leq 50 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 的油田，或其他水质要求高的情况下，宜采用膜过滤设备。

5.2.2.1.2 应根据膜过滤系统入口指标要求确定预处理工艺流程，针对不同精度的膜过滤设备及材料，进水水质指标宜参考 HJ 579 要求。

5.2.2.1.3 应定期进行反冲洗和药剂清洗，反冲洗水宜返回预处理流程，药剂清洗水宜收集后集中处理。

5.2.2.1.4 采用膜过滤技术一次分离产水量达不到要求时，可采用多段串联工艺，每段的有效横截面积宜递减。

5.2.2.2 微滤

5.2.2.2.1 微滤水处理设备的产水浊度应 $\leq 0.2\text{NTU}$ 。

5.2.2.2.2 微滤膜孔径 $\leq 0.2 \mu\text{m}$ 时，SDI15 值应 ≤ 3 。

5.2.2.2.3 应按 CJ/T 169 的规定测试设备耐压性能，膜孔径 $\leq 0.2 \mu\text{m}$ 时，膜组件的压力降应 $\leq 0.02\text{MPa}$ ；膜孔径 $> 0.2 \mu\text{m}$ 时，膜组件应不出现气泡。

5.2.2.3 超滤

5.2.2.3.1 超滤技术用于去除污水中的悬浮物、胶体粒子及部分有机物。

5.2.2.3.2 过滤精度一般为 $0.002\sim 0.1 \mu\text{m}$ ，工作压力宜为 $0.1\sim 0.3 \text{MPa}$ 。

5.2.2.3.3 超滤水处理设备的产水浊度应 $\leq 0.1\text{NTU}$ ，SDI15 值应 ≤ 3 。

5.2.2.3.4 超滤水处理设备应按 CJ/T 170 的规定测试设备耐压性能，膜组件的压力降应 $\leq 0.02\text{MPa}$ 。

5.2.2.4 纳滤

5.2.2.4.1 纳滤技术用于去除污水中的高价离子、部分一价离子和分子量 $200\sim 1000\text{Daltons}$ 的有机物。

5.2.2.4.2 过滤精度一般为 $0.001\sim 0.003 \mu\text{m}$ ，工作压力宜为 $0.35\sim 3.0\text{MPa}$ 。

5.2.2.5 反渗透

5.2.2.5.1 反渗透技术用于去除污水中各种溶解性盐、胶体物质和分子量大于 100Daltons 的有机物。

5.2.2.5.2 过滤精度一般为 $0.0004\sim 0.0006 \mu\text{m}$ ，工作压力宜为 $1\sim 10\text{MPa}$ ，具体工作压力根据进水盐度、膜类型及产水要求等确定。

5.2.2.5.3 反渗透处理系统前端宜设置缓冲罐，或防水锤冲击的保护措施。

5.2.2.5.4 除用户有特殊要求外，卷式膜组件反渗透水处理设备的脱盐率应 $\geq 95\%$ ，碟管式膜组件反渗透水处理设备的脱盐率应 $\geq 90\%$ 。

5.2.2.5.5 反渗透处理设备的耐压性能试验方法按 GB/T13922 的规定执行。

5.2.3 化学与电化学处理

5.2.3.1 化学药剂软化

5.2.3.1.1 污水总硬度 $>300\text{mg/L}$ 时,宜采用化学药剂配合混凝药剂对污水进行软化处理。

5.2.3.1.2 进入化学药剂软化系统的污水含油量宜 $<10\text{mg/L}$ 。

5.2.3.1.3 应对高盐废水中的硬度和碱度进行检测,选择适宜的化学软化药剂。

5.2.3.1.4 化学软化反应出水应通过投加酸调整 pH 值为 8.0~8.5。

5.2.3.2 臭氧催化氧化

5.2.3.2.1 臭氧催化氧化系统应设置尾气破坏装置,系统产生的尾气经处理后达标排放。

5.2.3.2.2 进入臭氧催化氧化系统污水的 pH 值应 ≥ 4 ,含盐量应 $\leq 15000\text{mg/L}$ 。

5.2.3.2.3 污水中每毫克 COD_{Cr} 的臭氧投加量宜为 1~10mg, COD_{Cr} 的降解率应 $\geq 35\%$ 。

5.2.3.2.4 催化剂的选择应根据污水性质试验后确定,无试验数据时,可参照同性质污水处理数据类比确定。

5.2.3.3 电催化氧化

5.2.3.3.1 进入电催化氧化反应器的污水的含盐量应 $\leq 50000\text{mg/L}$,浊度应 $\leq 0.5\text{NTU}$,硬度应 $<10\text{mmol/L}$,电导率应 $>3000\mu\text{S/cm}$ 。

5.2.3.3.2 电催化氧化处理系统的 COD_{Cr} 降解率应 $>45\%$ 。

5.2.3.3.3 宜通过调整电流、电压,以及污水循环量控制处理效果,可用水样通过小试及中试确定关键设计参数,无试验数据时,可参照同性质污水处理数据类比确定。

5.2.3.4 电化学絮凝

5.2.3.4.1 进入电化学絮凝处理系统的污水的 pH 值宜为 5~10。

5.2.3.4.2 电化学絮凝过程中,电流密度宜为 $10\sim 40\text{A/m}^2$,可用水样通过小试及中试确定关键设计参数,无试验数据时,可参照同性质污水处理数据类比确定。

5.2.3.5 倒极式电渗析

5.2.3.5.1 倒极式电渗析装置工作温度宜为 $3\sim 35^\circ\text{C}$ 。

5.2.3.5.2 倒极式电渗析装置进水水质宜为:溶解性总固体(TDS)含量 $100\sim 3000\text{mg/L}$,游离氯 $<300\text{mg/L}$ 。

5.2.3.5.3 正常工况下,倒极式电渗析装置的倒极时间间隔宜为 $15\sim 30\text{min}$,倒极时间宜为 $90\sim 150\text{s}$ 。

5.2.3.5.4 正常工况下,倒极式电渗析装置单段单级的溶解性总固体(TDS)去除率应 $\geq 40\%$ 。

5.2.3.5.5 装置清洗时,宜采用正向酸洗或反向碱洗。

5.2.4 消毒杀菌处理

5.2.4.1 处理后的污水有消毒杀菌需求的,应设置消毒杀菌设施,消毒杀菌方法宜为紫外线消毒、二氧化氯消毒、次酸钠消毒。

5.2.4.2 消毒设施设计应符合 GB 50014 的有关规定。

5.3 辅助系统

5.3.1 药剂系统

5.3.1.1 药剂投加宜采用加药装置,加药装置材质应根据药液的腐蚀性确定。

5.3.1.2 投加的药剂应根据水质特性、处理指标、工艺流程等特点通过试验确定,缺乏试验条件的情况下,

5.3.1.3 宜按相似条件下周边油田或典型案例的运行经验确定。

5.3.1.4 设备化学清洗药剂宜由设备厂家提供。

5.3.1.5 加药泵宜采用往复式计量泵;当药剂粘度大于 60cp 或同一药剂多点投加时,宜采用多头泵的类型且能单独计量。

5.3.1.6 投药点的位置应根据水处理工艺要求,并结合药剂的性质和配伍性试验,合理选择。

5.3.2 污泥处置系统

- 5.3.2.1 水处理系统产生的污泥在收集、贮存、运输和处理、处置过程中应符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、GB 34330、HJ 2025 等法律法规、政策标准的相关要求。
- 5.3.2.2 污泥处理、处置过程中应满足减量化、资源化、无害化要求。
- 5.3.2.3 海上平台宜采用卧螺离心机或叠螺污泥脱水机对污泥进行机械脱水；若采用离心脱水时，需注意设备噪音或采取降噪措施。
- 5.3.2.4 污泥脱水处理过程中产生的污水宜返回水处理系统进行处理。

5.3.3 隔氧密封

- 5.3.3.1 为防止污水中可燃气体或有毒有害气体散逸，或防止氧气进入处理系统，部分水处理设备上部空间应由惰性气体覆盖并保持微正压。若仅为防止氧气进入处理系统，通常可用天然气替代惰性气体。
- 5.3.3.2 多个常压容器需要密封气覆盖时，应在每个容器的密封气进气管上设置补气调压阀。
- 5.3.3.3 天然气密封系统应设置高低液位的报警控制和天然气来气压力的上下限报警控制。
- 5.3.3.4 天然气作为密封气时应在进气总管线上设置气体流量计。
- 5.3.3.5 密封用天然气管道应有防止管道内积水的措施，不应使用 U 型弯管，并应设置放水阀。

5.3.4 储罐

5.3.3.1 缓冲罐

- 5.3.3.1.1 当来液压力高或含有较多析出气体时，在水处理系统前端宜设置缓冲罐进行稳定处理。
- 5.3.3.1.2 用于稳定处理的缓冲罐宜采用压力容器，仅用于来液暂存的缓冲罐宜采用常压容器。
- 5.3.3.1.3 各级处理系统配套的缓冲罐有效容积应保障 3min 以上的缓冲时间。

5.3.3.2 污油罐

- 5.3.3.2.1 当污油来液压力高时，应采用压力式容器。
- 5.3.3.2.2 污油罐的有效容积应根据设计规模、进/出水处理系统的含油量、停留时间、污油含水率等参数确定。
- 5.3.3.2.3 污油罐接收的污油通常通过污油泵均匀输送至生产分离器或闭排罐，泵的能力应根据罐的调蓄容积确定，并宜按照每小时启动次数不大于 6 次校核。

5.3.3.3 污水罐

- 5.3.3.3.1 通常用于水处理设备反冲洗水的收集，宜采用常压罐。
- 5.3.3.3.2 污水罐的有效容积应根据冲洗设备或反冲洗设备所需水量和时间确定。
- 5.3.3.3.3 污水罐接收的污水宜通过污水泵均匀返回至水处理流程重新处理。

5.4 资源回收利用

- 5.4.1 处理过程中产生的废弃物和副产品应进行回收和再利用，将其转化为有价值的资源。
- 5.4.2 应根据污水中无机盐的种类、浓度、外部接收条件等因素，经技术经济对比后确定无机盐资源化利用工艺。
- 5.4.3 处理后产水用于绿化、道路洒水、消防、建筑施工等用途时，应符合 GB/T 18920 的规定。
- 5.4.4 处理后产水作为注水水源时，水质指标应根据不同地层渗透率满足表 1 要求。

表 1 推荐注水水质主要控制指标

注入层平均空气渗透率 ($10^{-3} \mu m^2$)		≤10	>10~ ≤50	>50~≤500	>500~≤1000	>1000~≤2000	>2000~≤3000	>3000
主	悬浮固体含量 (mg/L)	≤1.0	≤2.0	≤5.0	≤7.0	≤10.0	≤15.0	≤20.0

注入层平均空气渗透率 ($10^{-3} \mu m^2$)		≤ 10	$>10 \sim \leq 50$	$>50 \sim \leq 500$	$>500 \sim \leq 1000$	$>1000 \sim \leq 2000$	$>2000 \sim \leq 3000$	>3000
要 指 标	悬浮物颗粒直径中值 (μm)	≤ 1.0	≤ 1.5	≤ 3.0	≤ 3.0	≤ 4.0	≤ 4.0	≤ 5.0
	含油量 (mg/L)	≤ 5.0	≤ 6.0	≤ 15.0	≤ 20.0	≤ 30.0	≤ 35.0	≤ 40.0
	硫酸盐还原菌 (个/mL)	0	≤ 10	≤ 20	≤ 25	≤ 25	≤ 25	≤ 25
	铁细菌 (个/mL)	$n \times 10^2$	$n \times 10^2$	$n \times 10^3$	$n \times 10^3$	$n \times 10^4$	$n \times 10^4$	$n \times 10^4$
	腐生菌 (个/mL)	$n \times 10^2$	$n \times 10^2$	$n \times 10^3$	$n \times 10^3$	$n \times 10^4$	$n \times 10^4$	$n \times 10^4$
	平均腐蚀率 (mm/a)	≤ 0.076						
辅 助 指 标	总铁 (mg/L)	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5
	溶解氧 (mg/L)	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.1
	硫化物 (mg/L)	0	0	0	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2
	侵蚀性CO ₂ 含量 (mg/L)	$-1.0 \leq \rho_{CO_2} \leq 1.0$						
	PH 值	7~9						
注 1：1<n<10。								
注 2：清水、海水水质指标中去掉含油量。								

5.4.5 处理后产水作为植物胶压裂液配制用水时，水质指标应满足表 2 要求。

表 2 植物胶压裂液配制用水水质控制指标

序号	项目	控制指标		单位
		硼砂交联剂	有机硼交联剂	
1	总矿化度	≤ 20000	≤ 50000	mg/L
2	钙离子 (Ca^{2+})	≤ 100	≤ 500	mg/L
3	镁离子 (Mg^{2+})	≤ 75	≤ 300	mg/L
4	总铁 (ΣFe)	≤ 10	≤ 15	mg/L
5	铝离子 (Al^{3+})	≤ 10	≤ 15	mg/L
6	硼酸根 (HBO_3^{2-})	≤ 5	≤ 5	mg/L
7	硫酸根 (SO_4^{2-})	≤ 100	/	mg/L
8	pH	6.5~9.0		
9	硫酸盐还原菌 (SRB)	≤ 25		个/L
10	铁细菌 (IB)	≤ 100		个/L
11	腐生菌 (TGB)	≤ 100		个/L
12	悬浮固体含量	≤ 50		个/L

5.4.6 处理后产水作为稠油开发注汽锅炉给水时，水质指标应满足表 3 要求。

表 3 稠油开发注汽锅炉给水水质要求

序 号	项 目	限 值	单 位
1	溶解氧	<0.05	mg/L
2	总硬度	<0.1 ^a	mg/L
3	总铁	<0.05	mg/L
4	二氧化硅	<50 ^b	mg/L
5	悬浮物	<2	mg/L
6	总碱度	<2000	mg/L
7	油和脂	<2 ^c	mg/L
8	可溶性固体	≤7000	mg/L
9	pH 值	7.5~11	
^a 以 CaCO ₃ 计。 ^b 当碱度大于 3 倍二氧化硅含时，在不存在结垢离子的情况下，二氧化硅的含量为 150（mg/L）。 ^c 不计溶解油。			

6 水质项目及检测

- 6.1 总进出水管路及各处理单元内和进出口宜设置监测和检测点。
- 6.2 根据工艺要求确定采样频率和检测项目，宜参考表 4 执行。水质出现波动时，应加大检测频率。
- 6.3 监测和检测点的信号/数据宜集中上报至控制室。
- 6.4 总出水口应设置符合监管部门规定的水质在线监测及报警设施。

表 4 水质指标与检测方法

序号	检测项目	检测频率	检测方法
1	含油量	四次/天	SY/T 5329
2	悬浮固体含量	一次/天	SY/T 5329
3	悬浮物颗粒粒径中值	一次/周	SY/T 5329
4	平均腐蚀率	一次/三个月	SY/T 5329
5	SRB 含量	一次/周	SY/T 5329
6	硫酸盐还原菌	一次/周	SY/T 5329
7	腐生菌含量	一次/周	SY/T 5329
8	铁细菌含量	一次/周	SY/T 5329
9	总铁含量	一次/周	SY/T 5329
10	溶解氧含量	一次/周	GB/T 7486
11	硫化物含量	一次/周	GB/T 16489
12	二氧化硫含量	一次/周	SY/T 5329

13	亚铁含量	根据需求	SY/T 5329
14	总硬度	根据需求	GB/T 6909
15	总碱度	根据需求	GB/T 1576
16	氯离子	根据需求	GB/T 15453
17	pH 值	根据需求	GB/T 6904
18	浊度	根据需求	GB/T 12151
19	酸度	根据需求	DL/T 502.5
20	电导率	根据需求	GB/T 6908
21	二氧化碳	根据需求	DL/T 502.8
22	二氧化硅	根据需求	GB/T 12148; GB/T 12149
23	钠离子	根据需求	GB/T 14640
24	总铜离子	根据需求	GB/T 13689; DL/T 502.14
25	化学耗氧量	根据需求	GB/T 14420; DL/T 502.22

7 运行控制与管理

7.1 根据生产污水处理规模、工艺流程复杂程度,采用相适应的控制系统进行控制、监测,宜按 GB/T 50823 的规定执行。

7.2 生产污水处理设备设施仪表选用及仪表功能设置宜按 GB/T 50892 的规定执行。

7.3 压裂返排液就地处置时,储存设施宜优先采用可移动式储罐。

7.4 压裂返排液集中处置时,宜采用储池并完善防渗措施,保证在设计使用年限内不对地下水造成污染。

7.5 压裂返排液地面储存及处理设施应按 NB/T 14002.3 的规定建立水污染事故三级预防与控制体系。

7.6 运行管理人员及操作人员应经过严格培训,了解含油污水处理工艺、设备操作章程及各项设计指标。

7.7 岗位应有工艺系统网络图、安全操作规程等,并应示于明显部位。

7.8 各岗位的操作人员应按时做好运行记录。数据应准确无误。当发现运行不正常时,应及时处理或上报主管部门。

7.9 应根据不同设备要求,定期进行检查,保证设备的正常运行。

7.10 已安装在线监测系统的,也应定期进行取样,进行人工监测,比对监测数据。

8 清洁生产管理

8.1 应根据油田废水的产生规律和处理需求,优化处理流程和调度方案,避免设备空转和能源浪费。

8.2 应加强与油田生产部门的沟通协调,合理安排废水排放和处理时间,提高废水处理的连续性和稳定性,降低能源消耗。

8.3 处理过程中产生的废气,应收集处理。

8.4 外排气体应按 GB 39728、GB 14554、GB 37822 规定执行,并符合当地政策法规的有关规定。

8.5 应研发和选用高效、低毒、易降解的化学药剂,减少药剂使用量,降低化学处理阶段的能耗。

8.6 应合理控制药剂投加时机和投加量,实现精准投加,避免药剂浪费和过度处理。

8.7 处理过程中应通过优化处理流程、提高设备利用率、采用节能技术等措施,降低药剂和能源的消耗。

8.8 处理过程中应通过优选先进工艺、优选高效节能处理设备等有效措施降低处理过程中二次污染物的产生。

8.9 应持续关注环境技术和管理的最发展，不断改进处理工艺和环境管理措施，提高清洁生产水平。

9 污泥处置

9.1 油田生产污水处理过程产生的污泥的现场管理应按照 GB 18597 的规定执行。

9.2 污水处理过程中产生的污泥应分类收集。

9.3 根据污泥来源不同，宜分类处理。

9.4 处理后污泥应设置污泥料仓，其容量应根据污泥出路和运输条件等确定。

10 应急管理

10.1 供电系统应设置相应的保护措施。

10.2 应按消防的有关规定配备必要的消防设施,严格执行建筑防火规范,留有足够防火距离。

10.3 药剂罐区、药剂调配区、药剂投加区应配备紧急洗眼器。

10.4 应编制事故应急预案（包括环境风险突发事件应急预案），报生态环境部门备案，并定期演练。

10.5 污水处理设施发生异常情况或重大事故时，应及时分析解决，并按应急预案中的规定向上级主管部门报告。

10.6 污水指标超标时，应采取以下应急处理措施：

- a) 立即停止外排/回注，切换至事故池、缓冲罐等备用设施暂存，严禁超标水进入环境或地层；
- b) 控制来水负荷，暂停洗井、作业返排液、新井投产等高污染水进入系统，减少冲击；
- c) 排查跑冒滴漏，防止污水漫流污染土壤、地下水；
- d) 快速判断超标类型并针对性处理；
- e) 系统运行应急调整，通过降低处理量，延长水力停留时间等方法，提高处理效率。

10.7 污水处理系统发生泄漏时，应采取以下应急处理措施：

- a) 立即关闭泄漏段上下游阀门，切断进水、出水，将系统内污水切换至事故池、缓冲罐等备用设施暂存，防止污水持续外泄；
- b) 启用围堰、挡水坎、沙袋等围堵设施，控制泄漏范围，并采用用吸油毡、吸污棉、防渗布等覆盖、吸附泄漏污水和油污；
- c) 现场设置警戒，禁止无关人员进入，在硫化氢、挥发性气体较高区域应佩戴防毒面具、防护手套、防护服；
- d) 使用移动泵、防爆泵将泄漏污水抽回处理系统或事故池，少量渗漏用吸附材料集中收集，统一处理；
- e) 对受污染地面、土壤进行清洗，油污使用专用除油剂清理，产生的废液全部收集后进入污水处理系统；
- f) 封堵雨水口、排水沟入口，已进入雨水沟的立即截流，抽回后进入污水处理系统；
- g) 排查泄漏点，修复完成后缓慢升压、进水，检查无渗漏后可恢复运行。

11 弃置要求

11.1 处理设备设施弃置前应开展评估工作，评估资料包括但不限于特征数据、状态数据、检维修资料。

11.2 污水罐、缓冲罐以及压力容器等静设备可参考 SY/T 6714 进行评估。

11.3 增压泵、搅拌器等动设备应对其外观状况、故障频率、可靠性能等指标进行评估。

11.4 控制系统、调节阀、传感器等仪表设备应对其完好性进行评估。

11.5 经专项评估论证没有继续使用价值或严重损坏没有修复价值的设备设施宜按照 SY 6983 的要求进行弃置。