

埕北采油平台污水处理工艺设计

郭同玲

(渤海石油公司设计研究院)

在海上采油平台组块的总体工艺设计中, 污水处理是其重要组成部分, 它关系到海洋的污染和海洋生物的生存。关于采油平台污水处理与排放系统的工艺设计, 包括下列内容:

(1) 采油平台含油污水处理, (2) 采油平台排污处理, (3) 生活污水排放处理。其污水净化及排放处理工艺流程见图1。

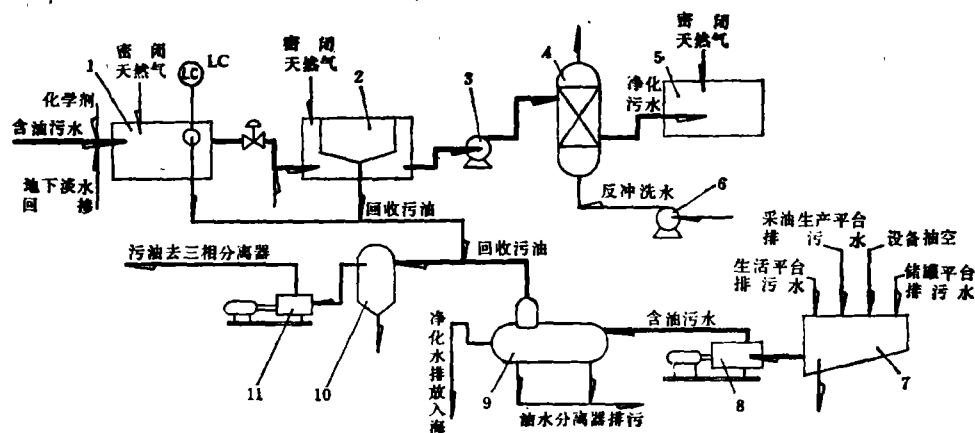


图1 污水净化及排放处理工艺流程

1—原油聚结器, 2—浮选器, 3—污水泵, 4—沙滤器, 5—净化水缓冲罐, 6—反冲洗泵, 7—含油污水收集池, 8—污水泵, 9—油水分离器, 10—污油回收罐, 11—污油泵

一、含油污水处理工艺设计

采油平台含油污水是指: (1) 从油气水三相分离器分离出来的污水, 大部分属于原油中的游离水; (2) 从电—化学脱水器脱出来的污水, 是从乳化原油里经过电—化学脱出来的含油污水; (3) 从工艺设备中属于正常生产中排放的含油污水——排放系统, 这个系统水量虽少但含泥沙和杂质很多, 在污水处理工艺设计中应予以重视; (4) 清洗设备、甲板等其它含油污水以及降到甲板上的雨水。

采油平台的含油污水排放量约占全部采油平台群污水排放量的90%以上。这部分污水处理工艺复杂, 特别是电—化学脱水过程中排放的污水多呈O/W型乳化液, 处理难度更大。

1. 工艺组成

处理过程由原油聚结、浮选及过滤三部分组成。

含油污水靠油气处理后的余压进入聚结器，在其中小油滴聚结成油滴靠比重差分出，漂浮在聚结器顶部，并溢流入污油回收罐，与浮选器等处来的污油一起回输至游离水三相分离器进行再处理。而沉降出的污水含油约在100ppm以下，靠聚结器与浮选器的位差自流至浮选器进行加气浮选，含油量可降至20~50ppm。浮选除油后的污水由污水泵输到沙滤器，靠亲油疏水的滤料，将其中的油和悬浮物进一步清除。使污水中含油少于10ppm以下，悬浮物质2~3ppm以下。

在污水处理过程中，加入一定量的化学药剂，以提高和加速油水分离效果。如在聚结器入口加入絮凝剂，使悬浮物质絮凝为颗粒，油珠聚结增大。在浮选器入口加入浮选剂，促进水中悬浮物和油滴的漂浮。另外还加入一些其它的化学药剂，如“水包油”型破乳剂，pH值控制剂，消泡剂等等。根据生产实践适当选用。

2. 掺入地下淡水的作用

在聚结器入口掺入一定量的地下淡水，与污水混合进入聚结器。其作用：(1)首先是降低含油污水的温度，以防止热污水的气化；(2)为满足油田开发的早期注水要求提供水源。

3. 天然气密封与污水回注

埕北油田开发采用早期注水。其水源首先以含油污水为主，不足部分利用新鲜淡水补充。其次净化后合格的含油污水，还作为机械采油的动力液用。对于剩余或不符合注水要求的杂散污水，可以回注入污水井，以确保海洋环境不受污染。

为确保油田注水水质标准，含油污水从油气处理到污水净化为密闭流程。各低压设备、容器、污水罐都采用天然气密封。其作用是防止污水与空气中的氧接触，因为污水含氧量高会腐蚀管道和设备；污水含氧易生成氧化物，注入地层后会堵塞地层构造，有碍注水与油层的渗透性。应用天然气密封工艺应注意两点：(1)压力控制：因为应用天然气密封的设备都是低压设备，运行中不得超过操作压力；(2)安全放空控制：密封用的天然气一般用量少，不易收集，需集中排放。天然气排放管线的位置和高度要选择好，其高度应高出采油平台的高点2~3m，且在下风口，以利天然气的扩散。

二、含油污水排放系统工艺设计

含油污水的来源如前面所述，这些污水都具有以下特点：①污水排放方式是敞开式间断的；②污水含油量少并多以游离水的方式存在，是比较容易处理的污水；③由于排污口都在设备的最低部位，污水中含沙及杂质较多。根据这些特点来考虑系统的工艺设计。

1. 工艺流程

采油平台群的每一座平台的最低位置都设有含油污水收集池、由污水泵输至采油生产平台上的总含油污水收集池。集中后经过油水分离器进行沉降分离。回收的污油进至污油回收罐经处理净化后，得到合格的净化原油。分离后的污水，符合排放标准的直接排放入海，不符合排放标准时、可再处理或回注入污水井。

2. 工艺设计中应注意的问题

(1) 防冻 含油污水排泄管道内的流体是常压间断的流动, 因而管道一定要保温, 使温度维持在30℃左右; 排放池、油水分离器等污水处理设备内部也都要设置蒸汽加热盘管。

(2) 管道要有坡度 全部排放系统是靠位差自流, 不得产生凹处, 以防沉淀物堵塞。

(3) 高含油污水的排放 各类平台上的高含油污水, 不得向含油污水收集池内排放, 因排放系统的油水分离器不能处理高含油污水。这部分高含油污水直接向污油回收罐排放。

3. 平台甲板雨水量的确定方法

采油平台甲板上存在着原油和其它一些油品, 使降落在甲板上的雨水中带有油污。雨水含油量由几十个 ppm 到几百个 ppm, 甚至更高。尤其是平台的顶甲板为油井作业甲板, 一座大中型采油平台都有20~50口油气井, 因是连续作业, 就造成雨水含有大量的污油。所以落在甲板上的雨水也不能直接排放入海, 必须收集集中处理。其雨水量的计算方法, 规范里仅有一般要求, 没有具体的定量分析。根据埕北采油平台的设计, 采用以下的经验公式:

$$Q = S \cdot q \cdot t$$

式中 Q ——平台甲板上的总降水量, m^3 ;

S ——雨水落在甲板上的面积, m^2 ;

q ——设计降雨量, m/min ;

t ——降雨时间, min 。

设计降雨量, 一般取当地最大降雨量, 可以从有关的气象资料中查取。降雨时间, 在规范里没有作具体规定, 埕北采油平台设计时取10分钟, 降雨超过10分钟, 认为甲板已被冲洗干净, 甲板雨水含油量已在排放标准之内, 故可以改排到大海里去。

三、生活污水排放系统的工艺设计

在生活公用平台上存在着大量的非含油的污水。如平台上人员居住区域内的厕所、洗澡间、洗衣间、厨房等污水以及同类型引起的其它污水。这部分污水, 虽然不含油质, 但含有大量的细菌, 也不得直接排放入海, 而应该采取在平台低处设置生活污水回收罐, 利用药物生物氧化的方法处理。处理后的污水, 则可自流排放入海。沉淀在生活污水回收罐底部的污泥等固体杂质, 可定期由船舶运上岸, 不得倒入海里。

四、主要设备介绍

1. 原油聚结器

聚结器的工作原理是靠油水比重差将油水分离开来, 其理论根据用斯托克斯公式:

$$u_0 = \frac{g(\rho_0 - \rho_1)}{18\mu} d^2$$

式中 u_0 ——油珠上浮的速度;

ρ_0 ——污水的密度;

ρ_1 ——油珠的密度;

d_0 ——油珠直径；
 μ ——污水的动力粘度系数；
 g ——重力加速度。

其技术性能参数见表1，结构见图2。

聚结器技术性能参数表

表 1

设计压力 (mmH ₂ O)	设计温度 (°C)	操作压力 (mmH ₂ O)	操作温度 (°C)	规格 (mm)	处理量 (m ³ /d)
200	90	100	35~75	3660×1170×3100	1800

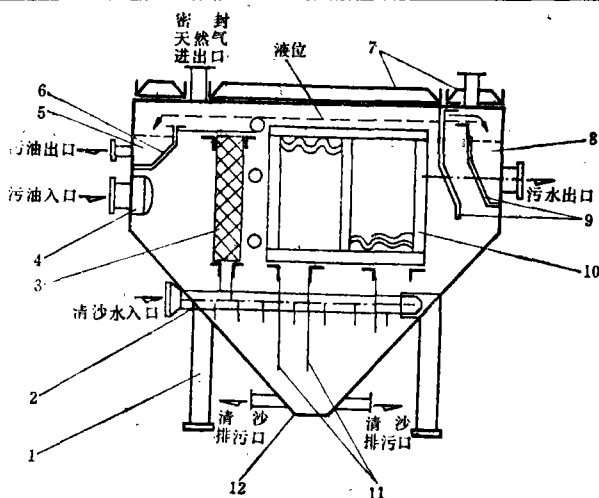


图 2 聚结器简图

1—支腿；2—清沙喷水管；3—二级分水器；4—一级分水器；5—污油溢流槽；6—污油隔板；7—活动盖子；
 8—污水溢流槽；9—污水隔板；10—波纹板束；11—隔板；12—壳体

聚结器主要由分水器、波纹板束、隔板及壳体所组成。污水分配器安装在污水入口处和波纹板前，以便使污水均匀平稳的流入聚结器里，不产生涡流现象。波纹板束是主要构件，由玻璃钢板和镀锌钢框架组成，以增加油水的几率。在污油和污水排出口都加有隔板，以构成溢流槽。水经下部进入污水溢流槽从污水排出口排出，污油则经活动的溢流堰流入污油溢流槽从排油口排出。为了清除沉淀在器底的沙和固体颗粒物，在器体下部安装高压水喷射管，将沙粒搅混在污水里，从排污口排出，实现自动清沙。密封气出入是从上部密封气进出口进出。在器体上部还装有液位控制调节阀、安全阀、高低液位计等，以保证安全操作和观察液位。

进入聚结器的污水，多为从原油里脱出来的乳化水。液水中的含油量为1000~3000ppm，经聚结后，排出的污水含油可降到10ppm以下。其特点是：①操作压力低，有利于油水的分离；②运用了玻璃板隔油，增加了油水接触面积；③器内的液流流速低，处于层流状态，有利于油珠的浮升，提高油水分离的效果。

2. 浮选器

浮选器的工作原理是加入一定量的低压天然气，目的是制造泡沫。在气泡的表面张力作用下，污水里的油、悬浮物的杂质随之带上来。浮在液面上的油则由撇油器旋转撇油，将油

和悬浮物杂质收集到撇油槽内排出。由于加入天然气，也称加气浮选器。

其技术性能参数见表 2，结构见图 3。

浮选器技术性能参数表

表 2

设 计		操 作		设计容量 (m^3)	处理量 (m^3/d)	规 格 (长×宽×高) (mm)	搅 拌 器		撇 油 器	
压 力 (mmH_2O)	温 度 ($^{\circ}C$)	压 力 (mmH_2O)	温 度 ($^{\circ}C$)				功 率 ($kW \times P$)	转 数 (r/min)	功 率 ($kW \times P$)	转 数 (r/min)
200	90	100	35~75	4.5	1800	7330×1740×1050	3.7×6	380	0.2×4	17

浮选器的主要构件由搅拌器、撇油器、浮选池及壳体等组成。每座浮选器装有四个带搅拌器的浮选池，搅拌器以 380r/min 的转数进行搅拌，从而产生旋涡。压力下降，使大泡沫破碎，携带的油和悬浮物从分散装置里上升到液面上来。撇油器是将已浮到液面上的油和悬浮的杂质收到撇油槽，集中的污油从排油口排出。污水缓冲池是为污水泵而设置的。

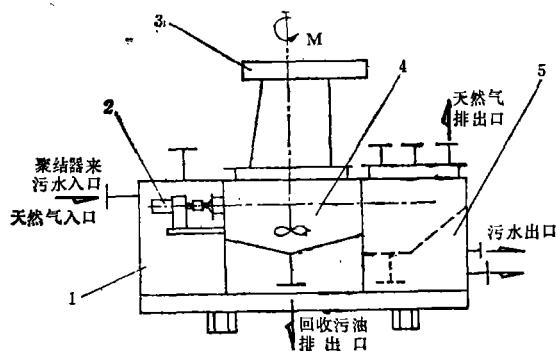


图 3 浮选器简图

1—壳体；2—撇油器；3—搅拌器；4—浮选池；5—污水缓冲池

五、结束语

1. 埕北采油平台含油污水处理工艺采用了二系列设计。油田投产初期原油含水量比较少时，使用一系列生产操作。随着原油的含水量增加，污水越来越多，此时用二系列连续操作。污水处理工艺采用二系列设计，可作到近远期都适应，操作灵活方便。

2. 污水处理的工艺程序、操作管理全部使用仪表自动控制。减轻劳动强度，提高污水处理效果。

3. 运用天然气密封装置较好地解决了含油污水处理流程的密闭问题。使油气处理与含油污水处理两个系统合为一个整体，为回注含油污水提供了保证。

海上采油平台含油污水处理，力求做到工艺简单，设备小而处理量大，方便操作，易于管理，处理污水质量高，经济效益高的特点。

本文承胜利油田设计研究院张鸿仁副总工程师审阅，作者在此致谢意。

(参考文献从略)