

海洋石油平台生活污水处理系统改造设计研究

蒋 艺

中海油能源发展装备技术有限公司设计研发中心 天津 300452

摘 要: 海洋石油平台油气生产设施生活污水(黑水、灰水)将导入平台污水处理装置,经处理后排入大海。国家海洋局提出了生活污水“零污染”的有关要求,即要求新建油气田投产后生活污水COD(化学需氧量)入海总量不增加。为有效落实国家海洋局要求,根据相关调研结果,提出海洋石油平台生活污水处理优化方案。

关键词: 生活污水处理;排放系统校核;优化改造设计

1 生活污水处理

1.1 处理要求

生活污水是指粪便污水(亦称黑水)、医务室排出的污水,这些水污染较重,是重点处理对象。洗澡、洗衣、厨房产生的废水(亦称灰水),污染较轻,在海上平台也导入生活污水处理系统,经消毒后排入大海。

根据中华人民共和国《污水综合排放标准》的规定,基于排放标准与国家行业标准不交叉执行的原则,船舶排污执行《船舶污染物排放标准》,对于生活污水,该标准规定见表1。

表1 船舶生活污水最高容许排放浓度

项目 排放区域	内河	沿海	
		距最近陆地3n mile以内	距最近陆地 3~12n mile
生化需氧量	不大于50mg/L	不大于50mg/L	
悬浮物	不大于150mg/L	不大于150mg/L	无明显悬浮物
大肠杆菌	不大于250个 /100mL	不大于250个 /100mL	不大于250个 /100mL

1.2 生活污水处理方法

(1) 生化法

生化法的原理是采用延时曝气,利用好氧细菌分解有机物,以降低排放水中的BOD₅和固体悬浮物,最后通过加氯杀菌,让排放污水达到排放标准。特别注意的是生化法污水处理装置对操作温度有一定的要求,通常温度最好维持在15℃以上,温度低,好氧菌繁殖减弱,影响处理效果;温度太低,好氧菌甚至不能生存,无法处理。

(2) 电解法

此法被平台广泛使用,污水首先进入缓冲罐,然后由粉碎泵将水及悬浮固体泵入电解室。用海水冲洗厕所产生的污水,里面含有大量的电解质氯化钠,在电极板之间通电后,会电解产生次氯酸钠,次氯酸钠

是一种很强的杀菌剂,可以将污水消毒杀菌。同时,污水中的有机物在电极间发生氧化分解,转变成水和二氧化碳,氧化分解率可达到90%~95%,因而使污水达到排放标准。经电解处理后的污水流入溢流罐,污水经溢流罐排放入海。

(3) 焚烧法

此法投资较高,在投产初期,经常出现堵管事故,操作困难,在以后十多年投产的众多海上平台中,都未采用此法。

2 优化改造设计

海洋石油平台油气生产设施生活污水(黑水、灰水)都将导入电解法处理装置,处理合格后排海。为落实生活污水处理措施要求,进一步减少海上油气生产设施生活污水COD(化学需氧量)排放总量,除严格控制、努力降低COD的排放浓度外,可对海上油气生产设施生活污水处理方案进行优化即考虑将部分生活污水予以回注从而减少排水量。由于生活黑水回注在生产操作上带有明显的弊端,目前只考虑生活灰水回注。将海上油气生产污水进行黑水、灰水分离收集处理,其中黑水直接进入电解法处理装置处理合格后排海。灰水经篮式过滤器除渣后进入开排罐处理,当生产系统停产或出现其他事故时,灰水进入电解法处理系统进行处理,两路管线可以通过阀门切换。海洋石油平台生活污水处理优化方案示意如图1所示。

图1 生活污水处理优化方案

3 生活污水处理装置(电解式)设计水量与选型

由于电解式生活污水处理装置运行时需掺入一定量的海水以保证电解效果(海上掺入量不大于原水量),海上油气生产设施人员生活污水排放定额按350L/(人·天)考虑,设计人数按油气生产设施救生艇人数考虑,同时

考虑到水量的波动性, 电解式生活污水处理装置的设计水量如下式:

$$Q = \frac{n \times N \times 1.2}{1000}$$

Q--生活污水处理装置设计水量 (m³/d);

n--平台生活污水定额 (L/(人·天));

N--设计人数 (人);

1.2--生活污水量总变化系数。

电解式生活污水处理装置的选型原则是: 设备额定处理量满足设计水量的1.2倍; 按照设备额定处理量, 选择成熟的定型产品。

按照上述计算公式和选型原则, 针对海上不同作业人数的油气生产设施, 电解式生活污水处理装置的选型参照表2进行:

表2 选型参照表

油气生产设施定员 (人)	10	30	40	60	80	100	120
救生艇人数 (人)	15*	45*	60	90	120	150	150
生活污水处理装置额定处理量 (m ³ /d) **	7.6	22.7	30.3	45.4	60.5	75.6	75.6

注:

*有修井作业油气生产设施, 救生艇人数需要加大;

**含电解工艺所需掺入的海水量, 为生活污水处理装置设计水量的1.2倍。

4 流量平衡校核

将洗浴灰水引至开排罐, 经开排泵输送至闭排系统, 洗浴灰水最大排量应与开排罐储存能力、开排泵输送能力、闭排系统处理能力相匹配。在进行流量校核时, 相关前提条件为:

(1) 洗浴灰水不是实时产生, 平台人员主要分为两种, 一种为平台定员; 另一种为外协人员。

(2) 洗浴灰水外排高峰期: 平台定员一般是在晚九、十点间进行洗浴, 此为洗浴灰水高峰, 持续时间1h; 外

协人员一般在晚五、六点半间进行洗浴, 此为另一个洗浴灰水高峰, 持续时间1h。即: 洗浴灰水外排高峰期有2次, 每次持续时间均为1h。

表3 现有设备处理能力

处理工艺	设计能力	开排罐容积	闭排罐容积	开排泵单台排量	开排泵数量	闭排泵单台排量	闭排泵数量
	(m ³ /d)	m ³	m ³	m ³ /h	台	m ³ /h	台
电解法	14	20.5	15	6.8	2	2.3	2

经校核, 定员人数为120人, 洗浴灰水排量为13m³/h, 将平台洗浴灰水引入开排系统后, 开排泵双泵运行满足排放要求, 闭排泵不满足排放要求。在不更换闭排罐的前提下, 将闭排泵单台排量提高至6m³/h, 使开排和闭排系统处理能力均能满足改造后需求。

5 结束语

为有效落实国家海洋局要求, 对海上油田现有生产设施的生活污水系统进行优化, 即对生活污水实行黑水、灰水分开收集处理, 其中黑水直接进入电解法处理装置处理合格后排海, 灰水进入开排罐处理, 当生产系统停产或出现其他事故时, 灰水进入电解法处理系统进行处理, 同时对海上平台排放系统进行校核, 使开排和闭排系统处理能力均满足改造后要求。

参考文献:

- [1]海洋石油工程设计指南(第1册),2007
- [2]海洋钻井平台生活污水处理装置选型研究[J]. 石化技术,2021
- [3]电解法生活污水处理装置在海洋平台上的选型设计[J]. 化工装备技术,2017

作者简介: 蒋艺, 1988.7, 汉, 女, 四川, 工艺工程师, 工程师, 硕士, 邮箱:jiangyi2@cnooc.com.cn, 研究方向:海洋石油平台工艺系统设计。