

大连新港含油废水处理改造工程实例

吕炳南¹ 杜彦武¹ 赵 兵²

(1 哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 哈尔滨 150006; 2 大连新港港务局, 大连 116601)

摘要 介绍了大连新港含油污水处理厂的改造工程。两年的稳定运行表明,采用除油罐-预曝气斜管隔油池-贮水调节池-生物滤池工艺处理含油废水,在废水含油量为1 000~3 000 mg/L时,最终处理出水含油量小于5 mg/L。预曝气斜管隔油池具有气浮和强化重力分离的双重作用,表面负荷可达 $4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,除油效率高。改造工程总投资153.4万元,盘活了2个5 000 m^3 的贮水罐(资产1 200万元)和原斜板隔油池的占地500 m^2 。

关键词 含油废水 预曝气 斜管隔油池 改造

Innovation of oil wastewater treatment in new harbor in Dalian

Lu Bing-nan¹, Du Yan-wu¹, Zhao Bing²

(1. School of Municipal & Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 2. Xingang Harbor Bureau of Dalian, Dalian 116601, China)

Abstract: The innovation of oil wastewater treatment in new harbor in Dalian has been proved by normal operation over two years. It is evident that the adopted process consisted of oil-separation tank and pre-aerated tube oil-water separators, equalization basin and bio-filter is high efficient for oil wastewater treatment. Two years stable running shows oil concentration in effluent is less than 5 mg/L when it is 1 000 mg/L to 3 000 mg/L in raw wastewater. Pre-aerated tube oil-water separators have the enhanced function of flotation and gravity separation with surface loading of $4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. The overall investment of the innovation project is 1.534 million RMB. Two 5 000 m^3 water storage tanks (cost 12 million RMB) and 500 m^2 land space occupied by the former oil-water separators are saved for reuse.

Keywords: Oil wastewater; Pre-aeration; Tube separators; Innovation

大连新港是大连西太平洋石油化工公司的成品油和原油码头,废水处理厂是1993年利用全球环保基金和世行贷款的建设项目。现有两套废水处理设施:一套处理成品油栈桥压舱废水,设计处理能力60万 m^3/a ,一套处理原油栈桥压舱废水,设计处理能力100万 m^3/a 。两套废水处理设施工艺流程相同,见图1。除油罐1 000 $\text{m}^3 \times 2$ 座,以去除大块浮油,最大过水流量1 500 m^3/h ;贮水罐5 000 $\text{m}^3 \times 2$ 座;斜板隔油池600 $\text{m}^3 \times 2$ 座,过水流量600 m^3/h ;平流隔油贮水池7 500 $\text{m}^3 \times 2$ 座;生物滤池接受原油和成品油经隔油后二合一的废水,有效容积1 700 m^3 ,过水流量200 m^3/h ;贮水罐和平流隔油贮水池

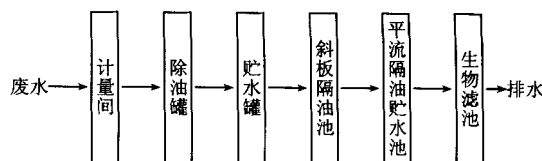


图1 原含油废水处理系统工艺流程

用于调节压舱水间歇排放与斜板隔油池、生物滤池连续进水的流量差。

从近年来的运行情况看,实际废水处理总量约40~50万 m^3/a ,远低于设计水平,设施利用率低。因此,大连新港于2001年对废水处理厂进行改造,削减废水处理厂占地和构筑物,盘活固定资产,利用

现有的原油废水处理系统进行挖潜改造,使之能够处理成品油和原油废水。

1 改造原则

本设计的废水处理改造工艺本着在达到排放标准的前提下,力求工艺结构紧凑,经济可行;设计水量为 1 500 m³/h。

表 1 改造前含油废水处理效果

取样位置	成品油废水	除油罐出水	贮水罐进水	贮水罐出水	斜板隔油池出水	平流隔油贮水池出水	生物滤池排水
油含量 /mg/L	1 280	336.06	242.96	178.43	50.15	13.53	3.66~6.97

由表 1 和运行经验可知,原处理系统中斜板隔油池出水油含量过高,必须经过平流隔油贮水池 1~2 d 的静止隔油,才能满足生物滤池的最高进水上限,因此强化隔油池的处理效率是此次改造的重点。从以下几方面着手:

(1) 将平流隔油贮水池的前部 1/4 改建为预曝气斜管隔油池,提高处理效率;拆除原斜板隔油池,盘活该池占地。

(2) 拆除平流隔油池的部分盖板及梁、柱,增加蒸汽加热管和机械刮油设备,使污油及时刮入集油槽内排放。

(3) 改造生物滤池,增大过水流量,减小因与压舱水间歇排放流量差所需前置贮水调节池容积,取消原用于流量调节的 2 个 5 000 m³ 的贮水罐,盘活固定资产,利用原平流隔油贮水池的后部作贮水调节池,调节生物滤池连续进水和压舱水间歇排放的流量差,并保证负荷增加后处理水仍达标。

2 工艺流程及各处理构筑物

改造后含油废水处理系统工艺流程见图 2。

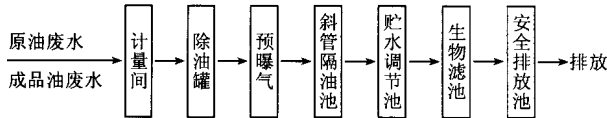


图 2 改造后含油废水处理系统工艺流程

2.1 计量间

从栈桥来的压舱含油废水首先经过计量间计量,计量间内分别装有原油废水和成品油废水计量设备,压舱水一次排放量按 15 000 m³ 计,作业时间 10 h,即最大过水流量为 1 500 m³/h。

2.2 除油罐

经过计量的废水分别进入各自的除油罐,维护时两罐互为备用。除油罐直径 11 m,高 10.99 m,容积 1 000 m³。

除油罐可去除洗舱废水中大块石油。按石油粒径 1 mm 以上计,上升速度 $v_{\text{升}} = 3.9 \text{ cm/s}$,约 5 min 大块浮油即可升到罐上集油槽后回收。根据单个除油罐的接收污水量为 1 500 m³/h,停留时间 40 min,算得可去除浮油粒径为 0.32 mm。经测定,经过除油罐后的废水含油量从 1 000~3 000 mg/L 降至 300~350 mg/L 左右。

2.3 预曝气斜管隔油池

除油罐出水进入预曝气斜管隔油池,隔油池共 2 座,每座尺寸为 28 m × 16 m × 4 m,由原有的平流隔油贮水池的前半部分改建。预曝气斜管隔油池结构见图 3。

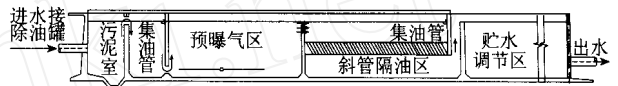


图 3 预曝气斜管隔油池结构示意图

废水首先进入污泥室,污泥室单元尺寸为 6 m × 16 m × 4 m,在这里除去泥沙及比重大于 1 的重油。水面设集油管,收集在此区分离的浮油。出水进入鼓风机曝气区,曝气区单元尺寸为 9 m × 16 m × 4 m,通过 PGB 型管式橡胶曝气管进行曝气,产生大量的微气泡,使其与废水中粒径较小的油珠粘附,形成密度小于水的气浮体,在浮力作用下浮至水面,以提高除油效率,减轻斜管区的负荷,气水比 1:1。曝气后的水经稳定区后进入斜管区,斜管区的单元尺寸为 12 m × 16 m × 4 m,表面负荷 4 m³/(m²·h)。预曝气斜管隔油池最大设计流量为 1 536 m³/h,与压舱水排放没有流量差,取消原有的 2 个 5 000 m³ 的贮水罐。通过水质分析,废水中溶解油和乳化油含量比较低,主要以可浮油为主,经隔油池处理后,废水含油量从 200~350 mg/L 降至 10~15 mg/L。

设计中采用的斜管为聚氯乙烯材质蜂窝填料,管径 $d = 60 \text{ mm}$,倾角 60°,有效水力负荷 3~5 m³/(m²·h)。隔油池水面设置蒸汽加热管道,防止浮油凝结。池中装有 2 套 PGM Y-16 型刮油机,把油及时刮入集油槽内后排放。

2.4 贮水调节池

两个隔油池的出水合并进入贮水池,有效容积

表2 改造后含油废水处理效果

检测次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
斜管隔油池出水含油量/mg/L	12.36	8.96	12.23	13.71	8.60	10.55	11.63	12.87	12.96	13.44	11.73
生物滤池出水含油量/mg/L	3.91	2.64	3.85	4.12	2.66	3.19	3.74	3.86	4.15	4.36	3.65

为 $11\,500\text{ m}^3$ 。单元尺寸为 $71.5\text{ m} \times 35\text{ m} \times 4.6\text{ m}$, 由原有的平流隔油贮水池的后半部改建, 调节生物滤池连续进水和压舱水间歇排放的流量差。

按最大日来水量 $15\,000\text{ m}^3$, 则其停留时间可以达到 18 h , 通过 18 h 的空气氧化、生物作用及静止作用, 可以降低废水中的含油浓度, 贮水调节池的出水含油浓度可以降到 10 mg/L 以下, 完全能够满足生物滤池进水要求。

2.5 生物滤池

生物滤池为原有设备, 尺寸为 $24\text{ m} \times 18.8\text{ m} \times 8\text{ m}$, 填料高 4 m 。容积负荷 $0.052\text{ kg 油}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, 处理水量 $200\text{ m}^3/\text{h}$, 设计进水油含量为 20 mg/L , 出水 5 mg/L 。生物滤池实际运行情况是, 当进入滤池废水含油在 20 mg/L 时, 出水大约在 10 mg/L , 当进水含油在 10 mg/L 左右时, 出水可以达到 5 mg/L 以下。经现场调查, 发现该生物滤池的进水系统布水不均匀, 因此, 为保证出水合格, 在对进水系统进行改造的同时, 应严格控制生物滤池的进水即预曝气斜管隔油池的出水含油量。

3 处理效果

该改造工程于 2001 年 5 月设计, 处理设施于 2001 年 10 月改造完毕, 经 1 个月的调试运行后正式投入使用。改造后斜管隔油池出水含油量 $8.60 \sim 13.71\text{ mg/L}$, 10 次取样平均值 11.73 mg/L ; 再经生物滤池出水含油量 $2.66 \sim 4.12\text{ mg/L}$, 10 次取样平均值 3.65 mg/L , 数据见表 2。

4 工程投资与经济效益

该工程总投资 153.4 万元, 投资构成为:

(1) 六角形蜂窝填料。 $d = 60\text{ mm}$, 340 m^3 , 共计 32.3 万元;

(2) 刮油系统。刮油机与轨道, 跨度 16.2 m , 2 台, 共 24.4 万元; 集、排油管道与阀门, 11.7 万元;

(3) 曝气系统。罗茨鼓风机 JTS-125, 2 台, 共 6 万元; PGB 型管式橡胶曝气器, $d = 65\text{ mm}$, 240 组, 共 11 万元; 空气管道与阀门, 4 万元;

(4) 蒸汽管道。 $DN65$, 700 m , 4.2 万元;

(5) 放空排水泵。 $Q = 200\text{ m}^3/\text{h}$, $H = 10\text{ m}$, 2 台, 共 1.5 万元;

(6) 土建费用。58.3 万元。

盘活固定资产 1 200 万元, 土地 500 m^2 。

5 结论

(1) 采用除油罐 - 预曝气斜管隔油池 - 贮水调节池 - 生物滤池的处理工艺应用于含油废水处理效果好, 通过 2 年的运行监测, 在废水含油量为 $1\,000 \sim 3\,000\text{ mg/L}$ 时, 最终处理出水含油量小于 5 mg/L 。

(2) 预曝气斜管隔油池具有气浮和强化重力分离的双重作用, 表面负荷可达 $4\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 除油效率高, 经隔油池处理后, 废水含油量从 $200 \sim 350\text{ mg/L}$ 降至 $10 \sim 15\text{ mg/L}$ 。

(3) 将原平流隔油贮水池的后半部分改建为贮水调节池, 调节生物滤池连续进水和压舱水间歇排放的流量差, 盘活原有总价 1 200 万元的 2 个 $5\,000\text{ m}^3$ 的贮水罐, 空出原斜板沉淀池占地 500 m^2 。

电话: (0451) 6281032

E-mail: walter123724@sina.com

修回日期: 2003-10-16

北京将发布节水白皮书 采取十大措施节约用水

2003 年 12 月, 北京市政协十届五次常委会审议通过了《关于推进北京节水型城市建设的建议案》(简称建议案) 及调研报告。《建议案》指出, 直至 2003 年, 北京已是第五个连续干旱年。2004 年首都水资源的供水形势更加严峻。调研报告指出, 北京在用水结构上, 高耗水工业和农业用水仍占有很大比重; 在生产和生活的各个方面, 用水浪费现象普遍存在, 节水管理不到位; 城市供水管网年漏水量超过 1 亿 m^3 。

据悉, 北京市将采取十大节水措施。如, 对居民生活用水实行阶梯式水价; 制定洗车、洗浴等特殊行业用水的新规定, 提高其水价; 全市公共场所全部更换成节水用具; 农业用水全部装表计量、定额用水, 等等。

(Abby)