



处理炼油污水的大型活性炭吸附净化装置

湖南长岭炼油厂
抚顺石油研究所
石化部一公司设计院

摘要

本文介绍了炼油污水净化装置，就是经过隔油、浮选、生物化学处理过的炼油污水，再经过砂滤和活性炭吸附的方法，进一步清除水中的石油和其它有害物质，使水的净化程度达到地面水标准。这套装置每小时可以处理污水六百吨。安装这套装置后，长岭炼油厂经过净化的水就不再排入江河，而是输送给炼油装置循环使用，这不仅为炼油生产开辟了第二水源，而且为炼油厂进一步消除了污染，保护了环境。

遵照伟大领袖毛主席“一切从人民的利益出发”的教导，为了搞好环境保护，消除污染，使工业废水循环使用，我厂自一九七六年七月一日开始，组织污水回用工程大会战。在厂党委的领导下，经过六十个昼夜紧张施工，终于在八月三十一日建成我国自己设计、制造的第一套每小时处理 600 吨炼油污水的大型砂滤和活性炭吸附深度处理配套装置。处理后水质基本达到地面水标准，并打回循环水场作补充水用，这不仅为炼油生产开辟了第二水源，而且消除了污染，保护了环境。

一、工艺流程及设备

大型活性炭吸附净化装置中，经隔油、浮选、生化、砂滤后的污水进入活性炭吸附塔（见图 1）。污水自下而上流经活性炭层，出水流入集水池，用泵送入循环水场，供生产装置使用。吸附塔内的活性炭自上而下脉冲式

定时排出，用射水器水力输送至脱水罐，经脱水罐脱水和预干燥后，以螺旋推进器定量送入迴转式再生炉。再生后的活性炭落入急冷罐，用射水器送到冲洗罐，在冲洗罐内将粉状炭末洗去后，再用射水器送回活性炭吸附塔，循环使用。另有新料投加斗，用射水器将新活性炭补充加入冲洗罐。

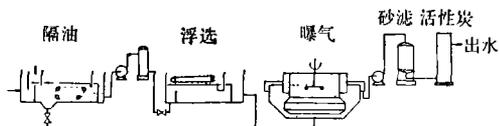


图 1 砂滤—活性炭吸附深度处理炼油污水流程示意

1. 活性炭吸附塔

活性炭吸附塔共有四座，每塔处理能力为 150 吨/小时，塔直径 4.4 米，炭层有效高度 6 米，装炭容积为 103 米³，可装太原新华工厂 8 号炭 50 吨左右，塔内水流线速度 10 米/时，

操作采用水炭比 6000:1。进出配水均采用穿孔管,管外包 36—40 目的不锈钢丝网。为保证下料均匀和防止底部沉积活性炭,设置有边角冲洗管(见图 2)。

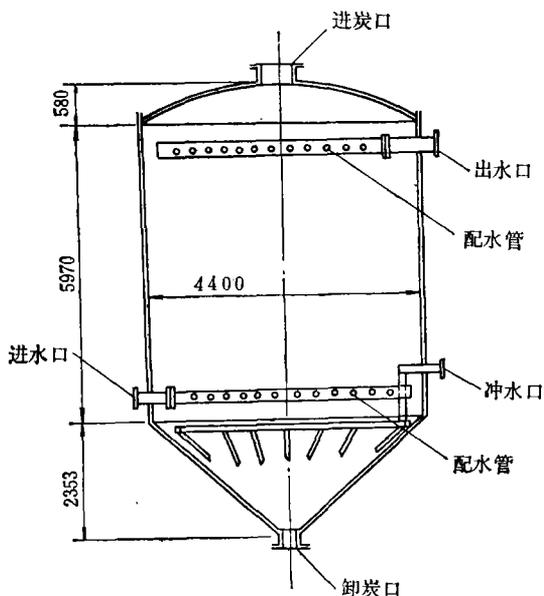


图 2 活性炭吸附塔示意图

2. 活性炭再生炉

回转式再生炉分为干燥段和再生段(见图 3),处理活性炭能力为 100 公斤/时。炉筒(或称转筒)直径为 700 毫米,长度为 15700 毫米,其转动靠电磁调速电机和减速器通过链条、链轮联接传动。转炉的转速用可控硅控制,每分钟 1—2 转。为了防止炉内再生气体逸出,转炉两端装有端面密封。为使活性炭在炉内均匀活化,转炉内设有六根高举式抄板,转炉进料端设有螺旋式抄板,全炉装有八个测温点。

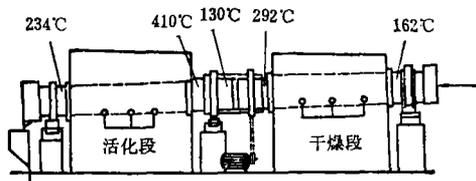


图 3 活性炭再生炉简图

二、运转情况

大型活性炭吸附装置建成运转后,将生物曝气池出水经砂滤后通入活性炭吸附塔进行深度净化,净化后水送入循环水系统作为补充水。

1. 活性炭吸附净化效果

经活性炭吸附净化后,主要的水质指标达到了地面水标准(见表 1)。

表 1 活性炭吸附净化效果

分析项目	污水净化后水质	地面水标准
挥发酚(毫克/升)	< 0.005	0.01
COD	< 20	
氟化物	< 0.05	0.05
硫化物	< 0.03	0
油	< 0.2	0.3

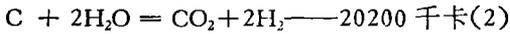
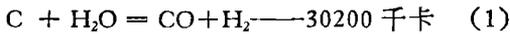
2. 活性炭再生性能

太原新华化工厂 8 号活性炭,对我厂炼油污水经生化曝气和砂滤处理后的平衡吸附量可达 12 米³/公斤以上。根据中试结果,对于吸附深度高的废炭,再生条件要严格些。从再生设备的现状出发,活性炭的通水比采用:水:炭 = 6000:1,定时卸出废炭,脱水后进入回转炉在 750°C 下再生。再生后活性炭碘值的恢复率(对新炭)可在 97% 以上,再生炭碘值甚至可超过新炭。糖值也略有升高,表明有一些活性炭微孔被扩大。再生过程中由于有少许炭“烧失”(再生氧化时损失),再生炭的灰分稍高于废炭。在 700—720°C 再生时(此条件下再生,炭损失少),碘值的恢复情况稍差,但也在 95% 以上。

再生炉的设计处理量为 100 公斤/时,由于目前四座吸附塔中只有两塔在运转,实际处理量为 60—70 公斤/时。活性炭在活化段停留 20—30 分钟,完成再生。

活性炭再生过程中,通入水蒸汽,在温度较高时发生水煤气反应,进行活化,其主要

反应式为:



在温度高,水煤气反应激烈时,主要为第(1)反应。温度较低,水煤气反应缓和时,主要为第(2)反应。废炭再生时产生的再生气,采样分析得出其组成如下:

再生组成 CO₂ CO O₂ H₂ CnHm

试样 1 42.2 16.2 3.0 38.6 —

试样 2 36.8 16.2 5.2 36.5 5.3

再生气中 CO₂ 含量显著地高于 CO 含量,表明在 750℃ 下再生,水煤气反应缓和,气化程度较低,再生时活性炭“烧失”量少,再生收率较高(见表 2)。

表 2 再生活性炭分析成分指标

试样 编号	温度 (°C)	碘值(毫克/克)			糖值		水份(%)		灰份(%)	
		废炭	再生 炭	恢复 (%)	废炭	再生 炭	废炭	再生 炭	废炭	再生 炭
1	750	655	757	102.5	75.5	77.9	33.5	—	21.0	21.4
2	750	696	765	103.6	—	—	36.4	0.6	21.9	23.6
3	750	670	762	103.2	84.1	89.1	33.5	1.0	23.1	22.8
4	750	701	743	100.7	—	—	30.7	0.8	22.7	22.9
5	750	629	721	97.8	—	—	14.5	1.3	22.6	22.6
6	700	666	703	95.3	—	—	18.3	1.4	23.6	23.0
7	720	700	705	95.6	—	—	35.8	2.0	21.1	22.4
平均	—	674	737	99.9	79.6	83.5	28.9	1.2	22.3	22.9

我们对太原 8 号活性炭进行了分析,新炭碘值平均为 738 毫克/克(见表 3)。由此可见活性炭再生效果是好的。

表 3 太原 8 号活性炭分析数据

编号	碘值(毫克/克)	糖值	水份(%)	灰份(%)
1	735	74.0	3.0	23.7
2	757	—	1.9	—
3	721	—	2.0	21.9
平均	738	74.0	2.3	22.8

活性炭再生所需的热量,由再生炉中六个碗形无焰燃烧火咀供给,燃料是本厂的高压瓦斯。所需的水蒸汽和脱水罐内预干燥所需的蒸汽,则接自本厂 10 公斤/厘米² 蒸汽管

网。活性炭再生过程中产生的再生气体,经洗涤、冷却,用叶式鼓风机抽出送入炉膛燃烧,炉膛废气自烟囱排出。

3. 活性炭的磨损

将新炭输送至冲洗罐的输炭水中,炭粉含量为 400 毫克/升,水炭比为 10:1。每输入 1 公斤炭,输炭水中炭粉量为 4 克。由于新炭中的炭粉量为 0.5 克/公斤,输送过程中活性炭的磨损量为 4.0—0.5 = 3.5 克/公斤。

由吸附塔至脱水罐途中磨损的炭粉,在再生炉中“烧失”或随再生气排出。新炭补充量只有再生炭循环量的 4%。冲洗罐中的炭粉主要来自急冷罐下水力输炭器的磨损。再生炉处理废炭量为 60 公斤/时,则每天冲洗罐排出的炭粉量约 5 公斤,可加入曝气池中,提高生化处理的效果。

活性炭再生过程中,其损耗总量包括炉筒内再生损耗和水力输炭系统的磨损。

炉筒内再生损耗为 2.95%。再生过程中,活性炭由吸附塔经脱水罐、回转炉筒、急冷罐、冲洗罐再回入吸附塔,共有三个水力输炭器。活性炭损失量按 1.05% 计,这样整个系统活性炭总损失量为 4%。

三、净化水回用的可能性

将活性炭净化水与循环水和新鲜水进行对比,挥发酚、化学耗氧量、油、硫化物等均低于或接近于循环水而略高于新鲜水,氰化物则略高于循环水和新鲜水。活性炭净化水用作循环水的补充水后,对循环水水质进行了分析(见表 4)。由分析结果可知:除硫酸根、铵和总盐量明显提高外,其它水质变化不大,饱和指数(pH-pH_s)、稳定指数(2pH_s-pH)和原循环水相近。在凉水塔水池放置挂片(时间一周),测得腐蚀速度为 0.2—0.4 克/米²·小时,深度为 0.22—0.46 毫米/年(表 5)。有轻度腐蚀,腐蚀程度和新鲜水相近。这表明炼油污水经活性炭吸附处理后,是可以用作循环

表 4 补充活性炭净化水对循环水稳定性的影响

日期	水样	pH	总碱 (mN/l)	总硬度 (mN/l)	暂硬度 (mN/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	Fe ³⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)
8.15	”	8.0	2.10	2.28	2.10	36.1	5.8	0.17	未检出	12.8	128
9.16	”	7.9	2.10	2.68	2.10	39.3	8.8	12.1	”	12.3	128
24	”	7.4	1.30	5.20	1.30	86.4	10.7	—	0.036	—	79
27	”	7.7	1.60	5.08	1.60	84.0	—	32.1	0.030	—	98
29	”	7.5	1.70	4.84	1.70	76.2	12.6	—	0.050	—	104
10.4	”	7.8	1.65	4.20	1.65	52.9	—	—	未检出	—	101
12	”	8.1	1.80	4.20	1.80	51.3	10.2	44.3	0.024	15.3	110

日期	CO ₃ ²⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	盐量 (mg/l)	pH _s		pH—pH _s		2pH _s —pH	
					30℃	50℃	30℃	50℃	30℃	50℃
					7.5	0	5.8	0.004	~185	7.83
8.15	0	5.8	0.060	~200	7.79	7.44	0.21	0.56	7.58	6.88
9.16	0	—	未检出	—	7.82	7.45	0.07	0.45	7.74	7.00
24	0	—	”	—	7.70	7.32	-0.30	0.08	8.00	7.24
27	0	212	”	—	7.62	7.25	0.08	0.45	7.54	6.80
29	0	220	”	—	7.63	7.26	-0.13	0.24	7.76	7.02
10.4	0	106	”	—	7.79	7.42	0.01	0.38	7.78	7.02
21	0	171	”	~400	7.76	7.39	0.34	0.71	7.42	6.68

mN/l = 毫克当量/升, mg/l = 毫克/升

表 5 补充活性炭净化水后的循环水挂片试验

日期	挂置时间 (小时)	水温 (℃)	腐蚀速率	
			克/米 ² ·小时	毫米/年
9.22—9.29	168	26—30	0.413	0.460
9.29—10.6	168	26—30	0.367	0.410
10.6—10.13	168	26—30	0.194	0.223
9.22—10.20	672	26—30	0.295	0.330

注: 中试装置于温度 45℃ 时, 测得腐蚀速度为 0.361 克/米²·小时, 腐蚀深度 0.412 毫米/年。

水补充水的。

由于净化水的水质有波动, 补充到循环水系统后, 应经常测定稳定指数。当稳定性降低偏向于腐蚀时, 可投加少量的 CaO 调节稳定指数。

活性炭吸附净化水, 用作锅炉给水, 存在的主要问题是盐含量较高, 此外铵和硫酸根的含量也偏高。在用作锅炉给水前, 需先经电渗折去除大部分盐分后, 再进行离子交换。

活性炭净化水中铵和硫酸根的来源, 主要来自我厂催化裂化、重整和焦化等装置的

含硫含氨污水。此水应进行预处理, 脱除污水中的硫化氢和氨, 这样可明显降低活性炭净化水中的硫化氢、氨和盐分, 进一步改善水质。

四、讨 论

1. 从活性炭吸附净化水水质分析数据来看, 主要指标均能达到地面水标准, 现已回用到循环水场作为补充水。但此水质对冷换设备的腐蚀、结垢将会产生什么影响, 需要较长时间的考察。

2. 关于活性炭除硫问题。根据中型吸附试验结果, 只要处理水中的溶解氧较低, 吸附层就会生长厌气细菌, 使出水中含有硫化氢气味, 严重时水带有白色。可考虑在砂滤池的清水池中安装塑料微孔管, 曝气提高处理水中的溶解氧, 并在吸附塔安装反冲管, 定期进行反洗。

3. 再生炉原设计采用迷宫式密封, 因泄漏严重, 后改成端面密封。从试运转情况来看, 比迷宫式好, 还需进一步改进。