

上海炼油厂污水资源化应用研究

——2[#]污水作为 3[#]循环水补充水的试验

第一部分：技术论证

污水资源化的意义人人皆知，污水资源化的方法却很少。经济发达的国家善用深度净化法，这类方法处理的效果极佳，常用饮用水水质标准控制，但其投资大，运行费用高，应用方面受到限制。例如我国济南按此类方法进行了尝试，但无法推广。另外尚有分质供水法，但在工业企业中规模性和有意识的分质供水研究还未引起重视。这正是本研究探索和试图解决的对工业企业污水应用的分质供水法，即“污水混用法”，其主要功能简介如下。

江苏苏宁新技术应用研究所在长期的实践中，提出了“污水混用法”，故该法实质上也是一种分质供水法，不过它是一种人为参与条件下的分质供水法。

“污水混用法”是以充分满足循环功能为依据，通过使用“苏宁”水处理技术使达标甚至未达标排放的污水直接作为循环水的补充水水源，并确保循环水良性循环。由于“苏宁”活性剂及其配套产品水质处理系统是出自对污水的处理，因此“污水混用法”既能用于浊循环，如首钢和上海梅山冶金公司的应用，也能用于清循环。因为清循环中也含有污物或被污染，例如当物料泄漏、结垢、腐蚀严重、菌藻失控、粘泥大量孳生等使循环水受到严重污染，使此时的循环水实际上已经是污水了，而清循环也已成为浊循环了，那么将污水作为循环水的补充水，应用“污水混用法”就是一种可行的方法。这一方法能够较好的使循环水系统达到良性循环状态，而且投资少、运行费用低，所以该法具有极其重要的推广应用价值。以下简要介绍“污水混用法”对循环水功能的影响。

（一）增强循环水的缓蚀功能

通过分析原循环水系统引起腐蚀的原因，针对性的使用“苏宁”活性剂和强化系列，主要有极强的缓蚀剂和药剂强化器，通过调整PH、浓缩倍数等达到缓蚀的目的。

（二）强化阻蚀功能

垢有多种，根据垢的成因、类型和成分，以及结垢与否，确定适宜的措施。对于已经结垢的系统，主要选用“苏宁”渗透性强的制剂和特制的配套强化器，首先除垢，然后防垢。这一过程主要是通过被强化了药剂制剂完成以垢除垢和以垢防垢的模式，达到阻垢和强化阻垢的目的。对于未结垢但有结垢可能的系统，同样使用“苏宁”阻垢制剂和强化系列，当然可能是药剂品种、用量及程序有不同，但同样能达到阻垢强化阻垢功能之目的。

（三）菌藻控制

“苏宁”活性剂对于循环系统中的菌类有一定的要求，因为要使“苏宁”活性剂生效必须借助一定量的菌类存在。因此“苏宁”制剂的使用，决不能将菌类灭亡绝。当然，也不能过多，因为菌类过多或过少对“苏宁”水处理系统中的活性剂都有重大的负作用。在实际工作中，可根据循环水系统现状，投放适量的抑制剂，达到菌藻控制的目的。

（四）粘泥控制

水稳剂的粘泥控制功能也是衡量水稳剂优劣的标志之一。众所周知，粘泥的孳生与菌藻失控有密切的关系，因而对于循环水系统中已产生大量粘泥和粘泥量达标的系统其控制粘泥的手段是有区别的。对于已出现粘泥大量孳生的系统，水处理系统应用较强的粘泥剥离功能，对于粘泥达标的系统应当通过抑制菌藻的办法控制。苏宁水质处理系统具有这两方面功能，而且还相当出色。例如粘泥剥离功能，在上炼厂 2#循环水中也得到较好的验证。

综上所述，“污水混用法”主要是通过活性制剂、强化系统为主体的苏宁水处理系统的应用，借助物理的、化学的、生物的以及生物化学的过程，强化循环水的各个功能，并能达到中石化控制指标的要求。使在污水作为循环水补充水的前提下，达到强化循环水各个功能的目的，特别是“污水混用法”并不强调水质状况，因此其实实用性极强。为此似定进行 2#污水作为 3#循环水补充水的试验。

一、上海炼油厂实施污水资源化的几项原则

（一）经济效益第一原则

对于企业诚然应当考虑社会效益和环境效益，但经济效益应视为企业的第一原则。污水资源化是一种新生事物，不仅考虑当前的经济效益，还应看到其后可能产生的重大经济效益。例如目前取黄浦江水是不付钱的，排污费也是定量收取的（当然这里不否定厂方需作工作才能实现为前提）。但是今后将如何呢？我们认为答案应当是十分肯定的。同时当前进行的污水资源化研究，后期将产生的效益也是相当明显的。

（二）先易后难原则

先易后难原则对于污水资源化的实施具有极为重要的意义。先易即污水资源化的工程应采用愈简单愈容易的观点，主要体现为投资少、见效快。为此我们此次污水资源化试验，选择使用 2#污水通过污水排江管道，将污水送达 3#循环水场，作为该循环水的补充水源。

（三）因地制宜原则

在选定污水资源化实施工程中，应当遵循因地制宜原则，宋做不仅可以减少投资，而且对于快速地实施污水资源化十分有利。

二、循环水的基本要求

不同用水部门，不仅用水的目的不同，而且对水的要求也有所不同。可以肯定地说，饮用水与工业循环冷却水对水质的要求是有较大

区别的，我们不当混为一谈，更不应作统一要求。毫无疑问，对工业循环冷却水补充水源的水质应当有要求。对于这种要求，有两种不完全相同的表达方式。一种是单纯用水质表示，但是对补充水的水质标准并无明确规定，有时是相对的要求，甚至是习惯的确定。我们上炼厂用黄浦江水作为循环水的补充水源。众所周知，黄浦江水的水质受污染的影响，在逐年变坏，有时甚至达不到污水排放标准，如 COD 黄浦江水一般达 30 左右，但有时超标，1997 年 12 月 22 日即达 100 以上。当然，用黄浦江水水质作为污水能否作为循环水补充水的衡量标准是可以的。另一种是根据工业冷却循环水的目的而确定污水能否作为补充水。不言而喻，达到安、稳、长、满的良性循环状态是循环水的基本要求。因此要求循环水必须具有好有缓蚀，阻垢和菌藻控制功能，但是要使循环水具有这些功能，关键是应投放廉价的而且效果好的水稳剂及其它药剂，即使用纯净水作为补充水也是这样。从这个意义上讲，我们用污水作为补充水源，通过投放药剂的选择，有可能仍保持循环水的功能，甚至可能因选药得体，而增强这些功能，这正是“污水混用法”的实质。

三、上海炼油厂 2#污水处理场和 3#循环水系统概况

（一）3#循环水系统概况

保有水量 3000-3500M³；循环水量 4000 M³/h；补充水量 90 M³/h，补充水取自黄浦江，循环水监测控制按中石化规定执行。

目前 3#循环水的运行尚属正常，但菌藻特别是藻类有失控现象，似乎系统的腐蚀也偏重，正磷、锌离子偏高，系统中存在的异物可能比较多，这需在污水回用后加以改善。

（二）2#污水处理场的现状

2#污水主要来源于工业污水，因此正常情况下，来水波动比较大。2#污水场处理能力为 400 M³/h，正常运行时为 300 M³/h，污水处理质

量总的来说是比较稳定，处理达标率比较高，但由于污水来源、量与质的变化的冲击，处理质量也呈相应的变化，影响污水处理达标率。

2#污水处理场经采用“苏宁”不停车清洗专利技术进行除垢防垢后，不仅解除了原系统因结垢引起的种种不利影响，特别是因结垢对污水处理质量的影响，使现行的 2#污水处理场的排出水达标率有较大的提高，处理质量与其它污水处理场相比，虽然 2#污水处理场的来水污染程度较其它污水场污水来水严重，但处理结果却与其它污水场一致。而且处理质量相当稳定，为 2#污水作为循环水的补充水提供了保证。

四、上炼厂水质及对比

(一) 上炼厂水质情况

为对上炼厂各类水质进行对比，根据目的要求对所需水质进行同步观测是至关重要的。为此我们选用了两种监测资料，一是 1997 年 12 月 22-24 日按水汽车间对江水、循环水的要求，分别对江水、2#循环水和 2#污水进行了全分析；二是 1997 年 12 月 15-24 日按环保对污水水质全分析要求。分别对江水、2#循环水、2#污水进行水质全分析。请见下表—1、表—2。

表—1 按水汽车间全分析要求 1997. 12. 22—24 日江水 2#循环水、2#污水水质测定表

分析项目	单位	水汽车间实测值								
		(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
		1998 年 12 月								
		22 日			23 日			24 日		
浊度	mg/L	2.7	12.89	12.89	2.7	8.52	15.81	4.1	15.32	18.89
总固体	mg/L	455	926	460	398	866	526	424	851	551
溶解固体	mg/L	447	896	454	396	837	510	420	842	543
悬浮物	mg/L	8	30	6	2	29	16	4	9	8
电导率	μ s/cm	620	930	840	750	1350	1200	700	1200	1200
总硬度	mg/L	195	347	168	185	342.5	170	200	325	175
碳酸盐硬度	mg/L	100	20	170	80	10	150	80	10	170

总碱	mg/L	100	20	170	80	10	150	80	10	170
PH		7.34	7.12	7.71	7.5	6.8	7.5	7.76	7.46	7.2
含油量	mg/L	0.7	1.2	12.9	0.6	1.0	14.6	1.4	1.3	10.2
总磷	mg/L	0.75	5.8	0.6	0	4.95	0	0	5.4	0
K ⁺	mg/L	5.7	10.6	4.4	6.5	10.4	5.5	7.4	12.0	7.0
Na ⁺	mg/L	85	125	77	25	45	29	30	52	40
Ca ⁺⁺	mg/L	53.31	100.2	41.68	55.11	95.14	44.89	55.51	88.18	43.29
Mg ⁺⁺	mg/L	15.08	23.59	15.56	11.55	25.54	14.11	14.96	25.54	16.24
Fe ⁺⁺⁺	mg/L	0.54	1.33	0.97	0.83	0.25	0.82	0.21	0.21	1.19
Zn ⁺⁺	mg/L	0	3.35	0	0	4.24	0	0	4.18	0
AL ⁺⁺⁺	mg/L		0	0	0.012	0.05	0.038	0	0.32	0.20
CL ⁻	mg/L	83	214	105	85	320	125	85	205	125
HCO ₃ ⁻		122	24.4	207.4	97.6	12.2	183	97.6	12.2	207.4
SO ₄ ⁻		113.99	228.79	116.45	218.10	117.28	125.10	102.46	178.18	117.69

注：*--以 CaCO₃计；（1）--江水；（2）--循环水；（3）--污水

表-2 按环保全分析要求对 2#循环水补水、2#循环水、2#污水分析结果表

时间：1997 年 12 月 15—24 日，单位：mg/L

日期	PH			含油量			硫化物			挥发酚			COD			悬浮物			氨氮		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
15	7.27		8.02	1.10		3.50	0.80		0.006	0.22*		0.394	21		131	5.31		8.4	0.97		59.43
16	7.42	7.17	7.05	1.24	6.54	3.33	0.80	0.60	0.005	0.14*	0.60*	0.347	20	85	131	4.9	7.59	9.05	4.28	3.48	57.66
17	7.03	6.15	7.91	0.20	0.86	3.75	0.006	1.20	0.010	0.010	0.47*	0.459	20	71	146	23.91	30.40	20.80	0.87	3.44	57.80
18	8.04	8.35		0.58	1.92		0.001	0.279		0.013	0.013		49	103		3.72	24	2.50	2.73		
19	7.27	7.34	7.93	未	0.32	2.80	0.005	0.202	0.005	0.021	0.017	0.076	25	60	818	未	13.94	3.08	0.95	2.08	67.05
22	8.16	8.52	8.16	2.50	4.00	2.40	0.005	0.622	0.008	0.031	0.015	0.191	103	135	116	未	5.56	6.52	2.57	3.25	42.30
23	7.81	7.72	8.13	0.24	0.62	3.17	0.004	0.006	0.007	0.034	0.012	0.404	20	66	147	4.97	22.55	13.14	7.77	0.61	50.80
24	7.54	7.30	8.15	0.16	0.88	4.47	未	0.016	0.005	0.023	0.010	2.864	34	76	190	12.63	0.27	2.65	2.04	0.59	38.35

注：*--总酚；未—未检出；(1) --江水；(2) --2#循环水；(3) --2#污水

表—4 均值、极值比较表*

项目	PH			含油量			硫化物			挥发酚			COD			悬浮物			氨氮		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
均值	7.61	7.51	7.79	0.7	2.16	3.3	0.12	0.42	0.007	0.062	0.162	0.724	39	85	130	7.15	14.90	9.21	3.00	2.36	52.34
极大值	8.16	8.52	8.16	2.5	6.54	4.47	0.8	1.2	0.11	0.22	0.6	2.86	103	135	190	23.81	30.4	13.14	7.77	3.48	67.05
极小值	7.03	6.15	7.05	未	0.32	2.4	未	0.006	0.005	0.01	0.01	0.076	20	60	116	未	0.27	2.65	0.87	0.95	38.35

注：*--环保全分析资料；(1) --江水；(2) --2#循环水；(3) --2#污水

表—3 均值、极值比较表*

编 号		(1) 江水	(2) 2 [#] 循环水	(3) 2 [#] 污水
项 目				
浊度 mg/L	均 值	3.17	12.25	15.86
	极大值	4.1	12.89	18.89
	极小值	2.7	8.52	12.89
总固体 mg/L	均 值	422.7	881	512.3
	极大值	455	926	551
	极小值	389	851	466
溶解固体 mg/L	均 值	421	858	502
	极大值	447	896	543
	极小值	396	837	454
悬浮物 mg/L	均 值	4.7	22.7	10
	极大值	8	30	16
	极小值	2	9	6
电导率 μ s/cm	均 值	690	1160	1080
	极大值	750	1350	1200
	极小值	620	930	840
总硬度 mg/L	均 值	160	338.2	171
	极大值	200	347	168
	极小值	185	325	175
碳酸盐硬度 mg/L	均 值	86.7	13.3	163.3
	极大值	100	20	170
	极小值	80	10	150
总碱 mg/L	均 值	86.7	13.3	163.3
	极大值	100	20	170
	极小值	80	10	150
PH	均 值	7.53	7.13	7.47
	极大值	7.76	7.46	7.71
	极小值	7.34	6.8	7.2
含油量 mg/L	均 值	0.9	1.17	12.56
	极大值	1.4	1.3	14.6
	极小值	0.6	1.0	10.2

续表—3 均值、极值比较表*

编 号		(1) 江水	(2) 2 [#] 循环水	(3) 2 [#] 污水
项 目				
总磷 mg/L	均 值	0.25	5.38	0.2
	极大值	0.75	5.8	0.6
	极小值	0	4.95	0
K ⁺ mg/L	均 值	6.53	11	5.63
	极大值	7.4	12	7.0
	极小值	5.7	10.4	4.4
Na ⁺ mg/L	均 值	46.7	74	48.7
	极大值	85	125	77
	极小值	25	45	29
Ca ⁺⁺ mg/L	均 值	54.14	94.52	45.29
	极大值	55.11	100.2	47.68
	极小值	53.30	88.18	43.29
Mg ⁺⁺ μ s/cm	均 值	43.86	24.89	15.30
	极大值	15.08	25.54	16.24
	极小值	11.55	23.59	14.11
Fe ⁺⁺⁺ mg/L	均 值	0.52	0.597	0.99
	极大值	0.83	1.33	1.19
	极小值	0.21	0.21	0.82
Zn ⁺⁺ mg/L	均 值	0	3.92	0
	极大值	0	4.24	0
	极小值	0	3.35	0
AL ⁺⁺⁺ mg/L	均 值	0.004	0.12	0.08
	极大值	0.012	0.32	0.20
	极小值	0	0	0
CL ⁻ mg/L	均 值	84.3	246.3	118.3
	极大值	85	320	125
	极小值	83	205	105
HCO ₃ ⁻ mg/L	均 值	105.7	16.3	199.3
	极大值	122	24.4	207.4
	极小值	97.6	12.2	183
SO ₄ ⁻ mg/L	均 值	144.85	174.72	119.75
	极大值	218.10	228.79	125.10
	极小值	102.46	117.28	116.45

(二) 2#污水与其它水的水质对比

由表—1、2 可见，各实测值随时间有一定波动，而且不同水源水质的数值差异也不等，不同分析部门分析的数值也有一定的差异，我们认为这是合理的。为此我们采用 2#污水与 2#循环水及其江水的平均值及极值进行对比，为此分别对表—1 和表—2 进行统计，如表—3、表—4。

1、江水与 2#污水（水汽车间全分析项目）的统计与对比

表—3 采用 1997 年 12 月 22—24 日水汽车间全分析资料，计算其均值，极大值和极小值。应当指出这些数值由于实测资料系列太短，代表性可能差一些，但是其代表性对于江水和循环水来说可能好一些，而对 2#污水可能差一些，不过这些差值主要表现为 1997 年 12 月 22—24 日正是除垢防垢开始阶段，故 2#污水水质较除垢防垢后要差一些（其差别将在后面简要论述），因此现时的对比结果可以说是可行的。由表—3 可见，2#污水在许多项目上优于循环水，在少量项目上也优于江水。为说明和对比，我们拟通过以下分类比较之。

① 2#污水优于江水的项目及其作用

包括优于的和相同的因子，有总硬度、PH、总碱、总磷以及 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{++} 、 Zn^{++} 、 HCO_3^- 与 SO_4^- 等离子。占统计因子 21 个的 47.6%。特别是 HCO_3^- 高于江水的值，2#污水 HCO_3^- 均值为 199.3mg/L，而江水的则 105.7 mg/L，更高于循环水的 HCO_3^- 16.3 mg/L 值，对于循环水系统降低腐蚀性能极为有利；2#污水的 SO_4^- 也低于江水的，更低于循环水的，其均值补水 144.85 mg/L、循环水为 174.72 mg/L、2#污水为

119.75 mg/L。毫无疑问，这对于循环水系统又是一个有利的因素，即减少了成垢因子；总磷浓度偏高，能降低水的腐蚀性。

② 2#污水与江相当（还略差一点）的项目

Mg⁺⁺离子含量略高，通过“苏宁”水处理制剂的除垢功能完全可以消除由于Mg⁺⁺离子略高造成的成垢影响。

③ 2#污水偏高的因子

浊度、溶解固体、总固体、悬浮物、电导率、AL⁺⁺⁺和CL⁻。其中浊度、悬浮物可通过吸附罐过滤功能对去除总固体和AL⁺⁺⁺离子均有作用，可少量的去除AL⁺⁺⁺离子；同时AL⁺⁺⁺经少量去除后，以及CL⁻偏高对于循环水也无甚影响，因为循环水的CL⁻为246.3 mg/L，而2#污水为118.3 mg/L，远低于循环水，经浓2和通氯后仅会略高。

④ 2#污水高的因子

碳酸盐硬度、含油量、Fe⁺⁺⁺。碳酸盐硬度，在燕山石化炼油厂中使用“苏宁”制剂可在200 mg/L以上高硬度水中防垢；含油量高更可以用“苏宁”活性剂去之；Fe⁺⁺⁺通过吸附罐过滤功能也可以去除一部分，最终通过“苏宁”制剂的缓蚀功能亦能解决。

2、江水与2#污水（环保全分析项目）的统计与对比

由于水汽全分析中的项目不全，特别是其同步的实测系列太短，因此我们认为有必要使用系列较长的环保全分析资料，统计数值如表—4。

由表—4可见，三种水源的七种指标各不相同，为此分成以下几种类型，进行统计说明。

2#污水优于江水的项目

硫化物含量江水为 0.12 mg/L, 而 2#污水则远低于该值, 仅为 0.07 mg/L, 更低于循环水的 0.42 mg/L 值, 因此 2#污水作为 3#循环水的补充水, 可以使循环水的腐蚀性下降。

2#污水与江相当的因子

PH 值, 2#污水均值为 7.79, 而补水为 7.61, 循环水为 7.51, 故我们可以认为 2#污水的 PH 值优于或与江水的 PH 相当。

2#污水偏高于江水的因子

2#污水的含油量高于江水的含油量, 前已述及可用“苏宁”活性剂除之, 悬浮物高完全可用吸附罐除之。

2#污水高于江水的因子

挥发酚和氨氮很高, 通过在循环水中的净化完全可以去除。因为循环水系统实际上也是一个庞大的功能更强的水质处理系统; COD 尽管未达到排污指标, 高达 130.1 mg/L, 但“苏宁”水质处理系统完全可以承受。1997 年 3 月在燕山石化炼油厂对循环水的水处理中, COD 高达 333 mg/L, 使用“苏宁”水处理系统仍能使循环水达到良性循环状态。

(三) 关于 2#污水水质的说明

表—1、2 以及由此而得的表—3、4 资料, 主要是水汽全分析 1997.12.22—24 和环保全分析 1997.12.15—24 的同步观测资料, 毫无疑问资料是可靠的, 但系列太短。钽是最大问题却不在此, 而是 2#污资料的代表性。1997.12.15—24 这段时间正是 2#污水开始使用苏宁

水处理技术除垢阶段，但当时还没有使用完整的除垢防垢水处理系统，因此 2#污水的水质尚未达到应有的水平，特别是那段时间恰好有一装置停车大修，不仅高浓度的污水污物不断进入 2#污水处理场，而且那时 3#污水场因扩建而停车，原进入 3#污水处理场的污水不得不也进入 2#污水处理场，使 2#污水处理场超负荷运行，因此也影响到 2#污水场的处理质量。但是随着“苏宁”除垢防垢技术的全面应用，以及 3#污水场的正常运行和 2#污水场装置恢复净化功能，2#污水处理质量逐步提高，现以 1998 年 4—5 月环保全分析资料的统计，其均值、极大值与极小值可以得到证明，如表—5。

表—5 2#污水处理场 1998 年 4—5 月全分析统计表

项目	PH	油	COD	挥发酚	氨氮	硫化物	氰化物	悬浮物
单位		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
均值	7.92	2.71	60.8	0.044	15.0	0.024	0.005	27.6
极大	8.14	3.86	71.3	0.161	30.2	0.100	0.008	34.0
极小	7.66	1.20	36.5	0.009	3.43	0.062	0.004	15.0

我们只要将表—4、5 资料进行对比即能一目了然。以均值为例，后者的 COD、含油量、挥发酚、氨氮都有较大的减少，水质明显的看好。更值得指出的是，2#污水处理场由于除垢防垢的深入，增强了其处理功能。因此我们认为从 2#污水处理的效果看，2#污水作为 3#循环水场补充水是可能的。

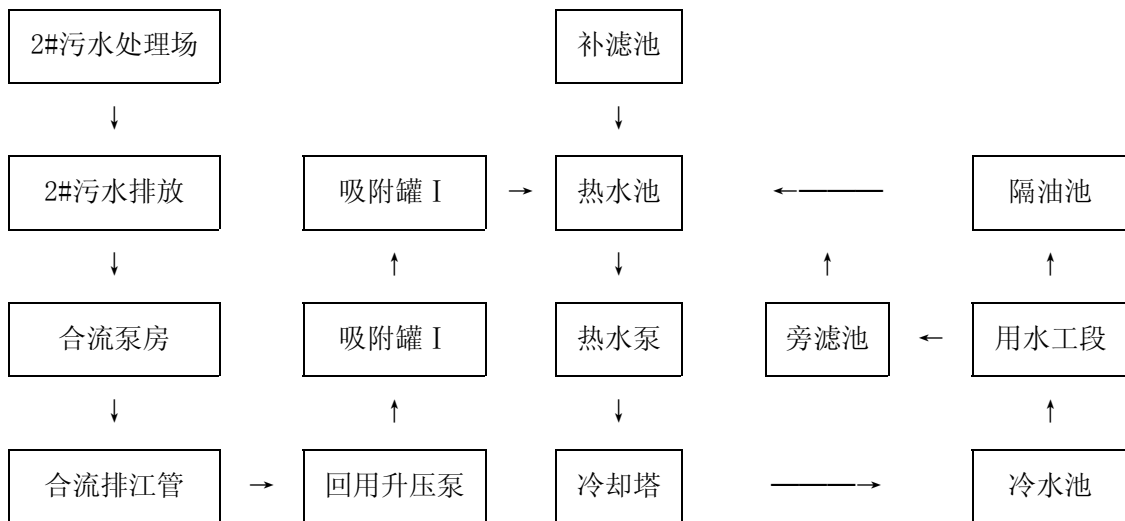
第二部分：污水资源化方案—2#污水作为 3#循环水补充水

一、2#污水作为 3#循环水补充水的实施方案

依据上海炼油厂实施污水资源化的几项原则及“污水混用法”技术要求，以及 2#污水与 3#循环水的基本情况，设计 2#污水作为 3#循环水补充水的实施方案。

(一) 污水回用工艺流程

假借合流污水泵房及排江管线将 2#污水送至 3#循环水场作为补充水，初步确定按以下框图的工艺主流程进行，污水回用工程平面位置见附图。



(二) 2#污水场完善与强化

2#污水场通过除垢及其过滤阶段和实施正常防垢阶段，2#污水的净化质量有很大的提高。但是由于各系统污水的质量变化较大，有时使一些指标相当恶劣，虽经 2#污水场的净化处理后有较大的缓解，但有的尚无法用于循环水。因此必须对 2#污水场进行完善与强化，提高污水净化质量和保证污水质量和稳定性。

- 1、保持已经完善了的除垢防垢措施，并继续沿用这一方案；
- 2、进行设备改造

2#污水浮选池刮板的改造，达到刮泥彻底并方便使用的要求；
改善排油、排渣设备，达到及时、快速、彻底、简便的要求；
清池设备改善，达到清池方便、彻底的要求。

（二）控制屯计量系统

1、控制系统

主要指污水的使用与排放控制。当污水过到使用标准时，主要是使用污水的控制。当污水未达使用标准时，主要是污水排放控制。有关水质标准待进一步分析研究后确定，预计 2#污水场排出的水可用时间在 80%以上。

① 使用控制

由于 2#污水处理场处理量为 $300\text{M}^3/\text{h}$ ，而循环水系统需要的补充水量为 $90\text{M}^3/\text{h}$ （至多 $100\text{M}^3/\text{h}$ ），因此在使用时，如何通过控制系统满足 3#循环水需要的补充水量是这一控制系统的关键。也就是说这一控制系统既能满足 3#循环水需要的水量，而且要求以供水量稳定、迅速、耗能最低为原则。

② 排放控制

排放控制包括两方法：一是由于 2#污水处理量超过用水量，故需排放一部分；另一是当污水不能使用时，不达标的污需要排放。这是排放控制应当解决的问题。

2、计量系统

包括，水量和药剂计量。

① 水量

拟采用水表计量。

② 药剂计量

可采用计量泵投加，水射器稀释的方案。

（四）水质测报系统

1、在线仪表

主要测定 PH、浊度、电导率等。经济上许可，最好使用之。

2、人工测检

由于各方来源的污水进入总集水井后，在 2#污水场中至少停留 26 小时，因此人工监油完全可行的。

3、通讯系统

利用现有的电话系统，完全可传递有关信息，而且不会误事。

（五）主要工艺设备

1、人工控制为主的方案

- ① 水计量表、压力表、温度表数只；
- ② 吸附罐两只；
- ③ 阀门数只；
- ④ 管材约 100 米，三通数只；
- ⑤ 提升泵（60M³/h）三台；
- ⑥ 强化器及其它配套设施。

2、在线控制方案

购置 PH、浊度、电导率等三台在线仪。

其它与上述方案相同。

（六）药剂种类、数量及投放点、方式

1、药剂种类

2#污水作为 3#循环水的补水，为使 3#循环水达标运行，根据苏

宁水质处理系统，拟用的药剂将根据系统的情况而定。据日前对 3# 循环的调查，我们认为有必要在使用 2#污水作为循环的补水前，进行一次预处理，然后再进入污水回用阶段。鉴于此，所用药剂有：活性剂、剥离剂与清洗剂及杀菌剂。

2、用药剂量及其投放

① 清洗期

拟清洗一次。清洗剂为 0.5-1.0 吨；杀菌剂与剥离剂或其它药剂共 1-2 吨（此费用不计入 2#污水用于 3#循环水的运行费）。当然具体使用药量等视污水回用前的具体情况而定。

② 2#污水用于 3#循环水的正常运行期

所谓正常运行是指 3#循环水系统变动不大，而且无大的泄漏等的因素时的运行。主要药剂有活性剂、剥离剂和活性水稳剂。用药量及其价格预计如表-6。

表-6 3#循环水的回用正常运行期用药消耗估计药剂表

药剂名称	活性剂	剥离剂	活性水稳剂
药剂月用量 (kg)	200 - 300	250	3000
药剂单价 (万元/吨)	5.5	2.4	1.67
年用药量 (吨)	2.4 - 3.6	3.0	36
年药剂费用 (万元)	13.2 - 19.80	7.2	60.12

应当指出，日常杀菌我们认为用氯气为佳，故费用前后可以相抵且很少。因此目前使用的高价格的氯锭将被停用，我们可认为上述药剂费即可作为 3#污水被使用期间的运行费。

二、设备投资及工程投资

（一）工艺设备及其投资

1、人工控制为主的方案

- ①水计量表、压力表、温度表数只；
- ②吸附罐两只： $\Phi=2.0\text{M}$, 约 40 万元；
- ③阀门数只；
- ④管材约 100M, 三通管数只；
- ⑤提升泵 $60\text{m}^3/\text{h}$ 三台；
- ⑥强化器及其它配套设施, 约 20 万元。

2、在线控制方案

购置 PH、浊度、电导率等三台在线仪, 约 14 万元。

其它与上述方案相同。

（二）工程投资

可以分成三种不同情况, 其工程投资差别比较大。工程投资中包括设备管道安装费 1.0 万; 土建及设备基础 3.0 万; 输电及电器设备 3.0 万; 泵房 5.0 万; 共 11.0 万。

1、工艺设备以购置新的和先进的为主

工艺设备 89 万。投资为 100 万元。

2、根据可能与需要选择适当的必需的新的工艺设备

人工控制为主, 用简易泵房吸附罐一只, 提升泵一只, 其它不变, 预计工程经费为 70 万

3、以自制和以旧代新为主方案

人工控制、吸附罐自制、水计量表、压力表、温度表、阀门、管

材、提升泵、泵房、输电及电器设备均以旧代新。所需费用为加工费，强化器及其配套设施以及施工费和吸附料购置费等总计 50 万元。

三、经济分析

(一) 经济效益

1、回用前后药剂费

①回用前

据厂机动科资料，每月需水稳剂 4.61 吨，计 6.454 万元；每月投放 2-3 次杀菌剂，每次投 400kg，每次需 6000 元，总计 12000-18000 元，月累计 7.654-8.254 万元，年总计 91.848-99.048 万元，平均为 95.448 万元。

②回用前后药剂费

表-6 为 3#循环水污水回用所需药剂及其费用，年总费用为 80.52 - 87.12 万元，年平均值为 83.82 万元。如果系统不泄漏则为 80.52 万元。

③增加的电费

泵运行为 300-340 天，电机 10kw，每度 0.35 元，则年平均电费为 2.688 万元。

④污水回用前后的比较

回用前后的差值等于回用前药剂费减去回用后药剂费，即 $95.448 - 80.52 = 14.928$ (万元)。

2、回用前后用水费

污水回用前的用水量与污水回用后的用水量之差，称为污水回用

前后的节水量。节水量乘以运行时间再乘以单位水量价，即可得节水费。

3#循环水的补水量黄浦江水的净化水，其净化费每吨以 0.30 元计。3#循环水的补水为 $100\text{M}^3/\text{H}$ ，如果每年按 300-340 天计，则一年可节省净化水 $720000-816000\text{M}^3$ ，则每年共节约 21.06-24.48 万元，平均每年节约 22.77 万元。

3、节排水费

按 1996 年上海市政府文及 1997 年上海市政府之规定，排水量的计算为取水量的 90%，每排 1M^3 为 0.14 元。则年平均需排水费为 9.6768 万元。

(二) 还本年限及效益

不计水资源费，也不计排污费，但应当注意，当前排污量和资源费，尚未交纳，或未按规定交纳，这并不等于今后仍然不需要交纳，了解这一点是十分必要的。

1、工程总投资计费

工程总投资包括工程投资与技术费及其它费。考虑到需要进行技术合作，因此尚需一定的技术服务费及不可预见费，共 10 万元。两者之和为工程总投资。第一方案为 110 万元，第二方案为 60 万元。

2、还本年限计算

工程总投资与年可见收益的比值，称为还本年限。年可见收益有两种情况：即不计排污费与水资源费，它等于年药剂节支、节水费、节排水费与年耗电费之代数和，为 44.6868 万元；另一是不计排污、

排水及水资源费，则年可见收益为 35.01 万元。

为表述方便，我们用 $X_{1,1}$, $X_{2,1}$, $X_{3,1}$ 分别代表年可见收益为 44.6868 万元的第一、第二、第三方案的还本年限；用 $X_{1,2}$, $X_{2,2}$, $X_{3,2}$ 分别代表年可见收益为 35.01 万元的第一、第二、第三方案的还本年限，则

$X_{1,1}$ 为 2.46 年； $X_{1,2}$ 为 3.14 年；

$X_{2,1}$ 为 1.79 年； $X_{2,2}$ 为 2.29 年；

$X_{3,1}$ 为 1.34 年； $X_{3,2}$ 为 1.71 年。

污水回用工程平面位置

