

天津市城市污水回用的研究

唐鸿德 褚遂遂 彭楚身

(天津市排水管理处)

摘 要

本文从天津水资源的紧缺和天津市污水处理现状、水质评价及污水量的预测,阐明了污水资源化的可行性,污水回用的目标、途径和技术及天津市的污水回用规划,技术经济分析。并提出了污水回用政策。

一、前 言

随着经济发展,城市人口大量集中,城市用水量和污水量不断增加,导致城市水资源日益不足,水质日趋污染,水源紧缺已成为制约城市发展的主要因素。

城市污水经净化处理,可免除对水源环境的污染,又可做为城市第二水资源,促进生态良性循环。根据国内外一些城市的经验,在水源紧缺地区,将二级处理出水再进行不同程度的补充处理后,作不同途径的回用,是行之有效的。

二、污水资源现状及存在问题

天津市现在共有六大污水系统,即咸阳路、纪庄子、双林系统,污水集中排入大沽排污河;张贵庄、赵沽里系统,污水集中排入北塘排污河;北仓系统污水排入永定新河北河。六大系统的总污水量,1985年约为4.088亿 m^3 ,即112万 m^3/d (其中生活污水占30%,工业废水占70%),其中有1亿 m^3 经过二级处理。目前污水大部分用于农田灌溉,促进农业生产,但也造成了一定的环境污染。

各系统的年污染总量为SS:13.5万吨, BOD_5 :23.83吨挥发酚:215.5吨,氰化物:15.8吨,砷:24.9吨,汞:1.5吨,六价铬:2.5吨,铜:5.91吨。

污灌面积郊区为47.03万亩,武清、宝坻、宁河等县约为176.8万亩,共约223.83万亩。

利用污水量2.41亿 $\text{m}^3/\text{年}$ 。

三、污水处理概况及其水质评价

1984年纪庄子污水处理厂建成后,出水水质完全符合农灌标准,污水厂的主要出水水质:硫化物为0.51 mg/L ,低于农灌标准上限值1 mg/L ;余盐量933 mg/L ,比农灌标准1500 mg/L 低;氯化物为208.7 mg/L ,农灌标准为200.0 mg/L ;重金属残留浓度都低于农灌标准。说明二级处理水完全可以用于农灌。

二级处理水可否回用于市政、冲洗厕所、空调冷却、冲洗车辆、园林绿化等,由于目前我国尚无这部分用水水质标准,参考美国自来水协会部分杂用水的水质标准,见表1。

从表1可知,纪庄子二级出水除色度、溶解性固体外,其余都符合杂用水标准。色度应先经厂家预处理达标后再入处理厂;溶解性固体再经适当处理也可满足要求。

二级处理水,用于工业冷却水也是完全可行的。污水厂出水水质与目前工业冷却水在海河的取水点及厂内井水水质相比,差别无几,见表2。

美国对电厂和工业循环冷却水的水质标准及日本东京都工业给水标准,与纪庄子二级出水水质比较,纪庄子二级出水水质,基本能满足上述二种给水水质,见表3、表4。

从以上污水灌溉水、杂用水、工业冷却水等

杂用水标准对比

表 1

项 目	纪庄子二级出水 1985.7—9	美 国 自 来 水 协 会 标 准			
		厕 所	空调冷却水	洗车消火	洒 水
浊 度	9.4	20	10	10	20
色度(倍)	100	40	30	30	30
溶解性固体 (mg/L)	933	—	800	500	—
总 硬 度	170	—	300	—	—
铁(mg/L)	0.56	—	锰+铁为 0.5	—	—
BOD ₅ (mg/L)	5.3	—	—	—	8
ABS(mg/L)	0.118	1.0	1.0	1.0	1.0

二级处理出水与工业冷却用水水质对比(单位 mg/L)

表 2

序 号	分析项目	海河复兴门	海河柳林	感光胶片	感光胶片厂	纪庄子污水厂	
		取水点	取水点	厂井水	循环水	出水年平均值	
		1985.9	1985.9	1985.11	1985.11	1984	1985
1	pH	6.5	6.6	7.6	7	7.47	7.67
2	总 硬 度	0.08	0.08	1.73	0.00		
3	总 碱 度	4.89	5.28	8.83	6.66		
4	溶 解 氧	4.78	4.83	7.97	4.03	>2	>2
5	Cl ⁻	134.72	148.90	2067.67	4875.54	232	228
6	NH ₃ -N	2.4	2.10	0.08	0.04	7.0	20.59
7	NO ₂	0.34	0.36	0.098	0.44	0.563	0.194
8	总 铬	0.014	0.006	0.16	0.154	0.344	0.066
9	Cr ⁺⁶	0.006	0.003	0.00	0.001		
10	氰 化 物	0.008	0.02	0.00	0.00	0.015	0.017
11	挥 发 酚	0.00	0.032	0.003	0.006	0.018	0.121
12	硫 化 物	0.20	—	1.40	1.6	0.89	1.24
13	硫 酸 盐	3.50	1.00	31.10	56.70		
14	磷 酸 盐	3.000	2.000	5.50	5.00	12.9	23.5
15	总 铁	0.24	1.20	0.92	0.00		
16	BOD ₅	8.68	6.75	小于 10	小于 10	16	13
17	COD _{Cr}	51.84	62.20	81.07	162.14	73	111
18	总 固 体	644	332	4342	9116	1119	1111
19	悬 浮 物	48	316	32	6	30	27
20	溶解性固体	596	16	4310	9110	1057	1080
21	总 砷	0.02	0.01	0.02	0.03	0.014	0.006
22	铜	0.02	0.08	0.02	0.02	0.027	0.032
23	铅	0.03	0.03	0.04	0.05	0.063	0.074
24	锌	0.05	0.05	0.09	0.13	0.142	0.161
25	镉	0.001	0.001	0.002	0.002	0.004	0.013
26	烷基苯磺酸钠	1.000	0.075	0.00	0.00	0.088	0.259

水质标准看,纪庄子二级出水水质基本可以满足上述几种用水水质要求,如再经一定处理后排入海河,可供上述范围的各用水户直接从海河取水。

四、污水量预测及污水资源化可行性

根据天津市国民经济发展规划,采用节水

措施以后,预测 1990 年全市的需水量为 34.63 亿 m³,其中城市 11.95 亿 m³,农村 22.68 亿 m³。2000 年全市为 39.63 亿 m³,其中城市为 16.44 亿 m³;农村 23.19 亿 m³。

而现状工程下的供水量见表 5。

由此可见需水量缺口是较大的,既使在平、

美国对电厂和工业循环冷却水水质标准 表 3

项 目	估计标准(mg/L)	项 目	估计标准(mg/L)
碱 度	350	总 Fe	0.5
HCO ₃	24	Mg	1.0
硬 度	650	Mn	0.5
Cr	50	Zn	1.0
Cl	500	NH ₃ -N	1.0
SO ₄	200	H ₂ S	1.0
悬浮物	100	COD	7.5
Al	0.1	DO	1
Cu	1.0		

日本东京都给水标准(单位 mg/L) 表 4

项 目	计 划	实 际
pH	5.8—6.6	6.8—6.7
浊 度	<15	1.6
碱 度	—	100
总硬度	—	63
氯离子	<1500	64
总 铁	<0.7	0.12
锰	—	—
水 温	<27	20

全市现状供水能力(亿 m³) 表 5

分 类	1990 年			2000 年		
	全市	城市	农村	全市	城市	农村
平水年	26.95	8.8	18.05	25.51	9.80	15.71
枯水年	23.75	8.8	14.95	22.76	9.15	13.61
特枯水年	14.46	5.13	9.03	14.13	5.43	8.70

枯水年,1990 年还缺水 7.78~10.88 亿 m³,其中城市缺水 3.15 亿 m³;2000 年缺水 14.12~16.87 亿 m³,其中城市缺水 6.64~7.29 亿 m³,而农村缺口则更大。

1990 年全市污水总量为 7.35 亿 m³,其中市区为 5.62 亿 m³;2000 年全市污水量 13.88 亿 m³,其中市区为 8.68 亿 m³。所以,近期城市水源的缺口,完全可以通过加速污水资源化来解决。

根据城市建设规划,1990 年将建成东郊污水厂,处理量为 40 万 m³/d;纪庄子污水厂挖潜 20%至 31.2 万 m³/d,年总处理水量约为 2.6 亿 m³。1995 年以前将建成咸阳路污水厂,处理量 25 万 m³/d;再加上纪庄子和东郊污水厂提

高 20%处理量,达 104.2 万 m³/d,即 3.8 亿 m³/年。2000 年再建成 20 万 m³/d 的双林污水厂和 8 万 m³/d 的北仓污水厂,连同已建厂挖潜 30%,总处理能力为 146.3 万 m³/d,即 5.34 亿 m³/年的处理量。如全部予以利用,则可基本满足城市要求。

五、污水回用目标、途径和技术

污水回用的目标:

经深度处理作生活饮用水,就目前国情是不现实的。因此不予考虑。

1. 工业用水:天津市 1985 年统计,用于工厂冷却水的水量为 2.5 亿 m³/年,而纪庄子污水处理厂的二级出水水质能基本满足冷却循环的要求,可充分利用,能节约大量好水。

2. 市政公共用水:我市园林用水 1 万 m³/d,以每年使用 200d 计,用再生水可每年节约 200 万 m³ 好水。另外,还可解决二级河道的冲刷以防腐臭。

3. 回灌地下水:我市由于地下水过量开采,造成大面积的地面沉降,从 1959~1985 年,最大累积沉降量 2.5m。如用再生水回灌地下水,对控制地面沉降很有意义。

4. 航运:将处理后的水放回海河,保持一定的航运水位,有益于海河的航运开发。

回用方式:有封闭及开放式两种,即一种用管道输送,一种放回水体补充下游水源,也即 1990 年有 5~7 亿 m³ 水,2000 年有 8~13 亿 m³ 水可以利用。

污水回用途径:

1. 农业:利用郊区排水河和二级河道、海河。

2. 工业:二级处理水放回海河再利用;由处理厂直接用管道输送到工业区。

3. 市政:利用二级河道和海河输水供取用。

污水回用技术:在二级处理的基础上,根据回用途径再进行适当补充处理。

六、污水回用规划

根据天津市政建设计划,至 2000 年需建设 5 个处理厂总处理量为 5.34 亿 m³/年(1990 年达 2.6 亿 m³/年;1995 年达 3.8 亿 m³/年)。其

中供市区 8 个工业区的回用水量可达 7000 万 m^3 /年,其余的水量通过二级河道及外环河输回海河及永定新河,供工业、园林、农业、航运等回用。

1. 设想:

方案(1)是根据市政建设计划,污水处理量 1990 年达 2.6 亿 m^3 /年;1995 年达 3.8 亿 m^3 /年;2000 年达 5.34 亿 m^3 /年。

方案(2)是污水资源化(全部回用)规划,污水处理量 1990 年达 2.6 亿 m^3 /年;1995 年达 5.45 亿 m^3 /年;2000 年达 8.26 亿 m^3 /年。

2. 污水回用方案的经济效益的分析:

①工程费用:

基建费取费标准:二级处理厂按 $350 \text{ 元}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$;工业用水厂按 $70 \text{ 元}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$;工业用输水管道费按 $400 \text{ 元}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$;其年运行费则分别按基建费的 10% 和 5% 计算。经计算,方案(1):污水处理厂基建费 4.18 亿元;运转费 0.419 亿元/年。方案(2):污水处理厂基建费 6.985 亿元;运转费 0.699 亿元/年。工业用水厂:基建费 1330 万元;运转费 66.5 万元/年。工业用水管道:基建费 9200 万元;运转费 92 万元/年。

②经济效益分析:

以 1984 年为基准年,工程经济使用年限按

40 年计算,经济报酬率按 8% 计算,则综合费用效益比值:方案(1)为 0.157 元/ m^3 污水;方案(2)为 0.166 元/ m^3 污水。增加三处工业用水厂及管网:方案(1)为 0.21 元/ m^3 再生水;方案(2)为 0.219 元/ m^3 再生水。

八、污水回用的政策建议

1. 要从开发水资源的角度,对待污水处理与回用。用开发水资源的投资,建设再生水厂。

2. 合理调整制定水价,使自来水和再生水二者价格上的差别能确保回用水的使用。

3. 工厂预处理与城市污水处理相结合,搞好区域综合整治。

4. 制定工业冷却、杂用水等不同的用水水质标准,做到优质优用。

5. 从污水开放循环利用的实际出发,制定海河水质标准。

6. 实行污水处理厂多渠道集资。

7. 进一步搞好污水回用的科研,提出不同回用标准。

8. 积极开展污水回用的宣传。

9. 国民经济发展规划应把污水回用作为一种水资源考虑。

注:本文由褚遂遂执笔

· 信息 ·

淮阴各县(市)上半年

节水 176 万 m^3

今年上半年 11 个县(市)节水工作进展较快,取得较好成绩,总节约水量 176 万 m^3 ,其中节约自来水 44 万 m^3 。4 个单位(金湖、涟水、沐阴三县,宿迁市节水办公室)荣获 1988 年市级节能管理先进单位,今年七月中旬市召开节水会议上进行了表彰。

11 个县(市)已征收地下水资源费,超计划

用水加价费和排水设施使用费 114.42 万元,比去年同期增加 80.7%。

11 个县(市)节水职能部门,下半年狠抓生活节水,推行一户一表制,采取多用水多交费,取消喝大锅水包水费制度,克服浪费水的不良习惯。

淮阴市城乡建设局 王鹏举