

# 环境事故对污水处理厂运行的影响及对策

赵立军<sup>1</sup>, 马放<sup>1</sup>, 刘俊良<sup>2</sup>, 宋子冬<sup>3</sup>

(1. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090; 2. 河北建筑工程学院 城市建设系, 河北 张家口 054300; 3. 天津五市政公路工程有限公司, 天津 300171)

**摘要:** 以松花江水体污染造成的哈尔滨全市停水为背景,研究了水量锐减对哈尔滨太平污水处理厂运行造成的影响和实施应急措施后的效果。结果表明:进水量减少对污水厂产生了进水负荷冲击、营养缺乏和水温下降等不利影响;采取生物强化措施后有效抑制了污泥恶化,化解了水量减少期间和恢复供水后的负荷冲击,在进水 COD、NH<sub>3</sub>-N 和 SS 浓度分别为 472、130.9 和 200 mg/L 的条件下,出水相应浓度分别为 44、7 和 23.5 mg/L,实现了进水量减少期间污水厂运行的平稳过渡。

**关键词:** 污水厂; 环境事故; 进水量减少; 低温; 生物强化措施

**中图分类号:** X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2006)14-0096-04

## Influence of Environmental Accident on the Operation of Sewage Treatment Plant and the Countermeasures

ZHAO Li-jun<sup>1</sup>, MA Fang<sup>1</sup>, LU Jun-liang<sup>2</sup>, SONG Zi-dong<sup>3</sup>

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 2. Dept of Urban Construction, Hebei Institute of Architecture and Civil Engineering, Zhangjiakou 054300, China; 3. Fifth Municipal & Highway Engineering Co Ltd, Tianjin 300171, China)

**Abstract:** On the background of breaking down of Harbin water supply due to the pollution accident of the Songhua River, the paper documents the influence of the decreased influent flow on the operation of Taiping Municipal Sewage Treatment Plant and the efficiency of emergency measures. The results show that the decreased influent flow leads to the shock load, lack nutrition and low temperature of the sewage treatment plant. The application of bioaugmentation measures can prevent the sludge deteriorating and decrease the shock load efficiently. The COD, NH<sub>3</sub>-N and SS concentrations in the effluent are 44 mg/L, 7 mg/L and 23.5 mg/L, respectively, if the corresponding parameters in the influent are 472 mg/L, 130.9 mg/L and 200 mg/L, respectively. The smooth transition of the sewage treatment plant in the period of influent decreasing is realized.

**Key words:** sewage treatment plant; environmental accident; decreased influent flow; low temperature; bioaugmentation measure

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973)项目(2004CB418505); 黑龙江省科技计划项目(CC05S301); 黑龙江省科技攻关项目(GB05C202-05)

哈尔滨地处寒冷地区,一年有 6 个月的寒冷期<sup>[1]</sup>,冬季污水厂运行始终是个难点<sup>[2]</sup>,而低温条件下进水量减少又会使污水厂的运行处于更为不利的工况。以中石油吉化公司双苯厂爆炸污染松花江水导致哈尔滨全市停水为背景,研究了低温条件下进水量减少对哈尔滨太平污水厂运行造成的影响,并对采取的相应措施和应用效果进行了分析。

### 1 污水厂概况及研究方法

#### 1.1 污水厂概况

哈尔滨太平污水处理厂设计规模为  $32.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,占地  $14.72 \text{ hm}^2$ ,工程总投资为 35 743 万元,采用 A/O 工艺,流程如图 1 所示。

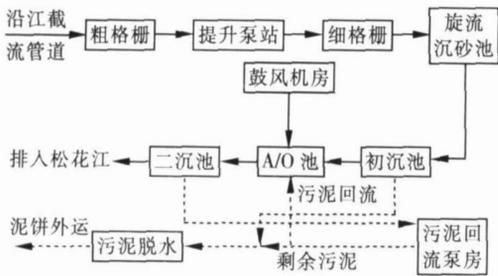


图 1 污水厂工艺流程

Fig 1 Flow chart of sewage treatment plant

其中初沉池有 4 座,A/O 池 4 座,二沉池 8 座。每座 A/O 池分为 5 个廊道,每个廊道长为 100 m,宽为 51 m,高为 7.8 m,有效水深为 6.7 m。其中第 1 廊道为 A 段,3、4、5 廊道为 O 段,第 2 廊道为机动段。1、2 廊道设有水下搅拌器,2、3、4、5 廊道池底安装有管式膜曝气器,第 2 廊道可根据需要调节 DO 浓度。第 5 廊道末端设有 2 台内回流泵,单台流量为  $2\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

污水厂的设计进、出水水质见表 1。

表 1 污水厂设计进、出水水质

Tab 1 Design quality of influent and effluent

项目	COD	BOD <sub>5</sub>	NH <sub>3</sub> -N	SS
进水	420	220	50	250
出水	100	20	15	20

#### 1.2 采取的措施

##### 1.2.1 投加生物制剂

为克服进水量锐减给污水厂运行带来的影响,向 A/O 池投加  $40 \text{ m}^3$  生物强化制剂。制剂主要由两部分构成:一是营养物料(甲醇、尿素和磷酸氢二氨);二是高效菌株,包括 9 株硝基苯高效降解菌、6

株苯高效降解菌和 25 株低温高效降解功能菌。生物制剂的活菌含量为  $(1 \sim 2) \times 10^9 \text{ CFU}/\text{mL}$ 。

##### 1.2.2 调整运行模式

旋流沉砂池由开启 4 座改为开启 2 座,并使污水超越初沉池,直接进入生化池;

减小曝气量、停止剩余污泥排放和加大污泥回流以缓解热量散失、污泥流失及 A 池污泥沉淀问题;

全市停水期间增加水样监测分析的频率(由一天采样一批次增至二批次),并相应加大污水厂人工巡查力度;

加强生物相检测,利用指示生物指导水量减少期间的工程运行。

具体运行模式(单组 A/O 池)见表 2。

表 2 水量减少期间污水厂运行情况

Tab 2 Running conditions during the period of water decreasing

时间	DO / (mg · L <sup>-1</sup> )	剩余污泥排放量 / (m <sup>3</sup> · d <sup>-1</sup> )	回流污泥量 / (m <sup>3</sup> · d <sup>-1</sup> )	生物制剂投量 / (m <sup>3</sup> · d <sup>-1</sup> )
11月 21日	3.0	1 500	4 000	
11月 22日	1.5	1 000	4 000	8.0
11月 23日	1.5	1 000	8 000	8.0
11月 24日	1.5	0	8 000	8.0
11月 25日	1.5	0	8 000	8.0
11月 26日	1.5	0	8 000	
11月 27日	4.0	0	8 000	
11月 28日	4.0	1 000	8 000	
11月 29日	4.0	1 500	8 000	
11月 30日	3.0	1 500	4 000	

#### 1.3 分析方法

COD:重铬酸钾法;NH<sub>3</sub>-N:纳氏试剂分光光度法;TN:过硫酸钾氧化—紫外分光光度法;TP:钼锑抗分光光度法;SS:称重法;MLSS:滤纸法。

### 2 结果与讨论

#### 2.1 进水量锐减的影响分析

进水量锐减对污水厂运行的影响主要包括营养缺失、水力负荷降低、水温下降及恢复供水后的负荷冲击等几个方面。

进水的营养物严重不足

由于停水期间除医院、重点企业、城市供暖等重要部门的供水得到保障外,其他行业(如洗车、洗浴等)全部停止营业,居民储备用水也大幅度减少。尽管政府重新启用了部分地下水源,但其供应量仅有  $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,流入太平污水厂的水量大幅减少

(见表 3)。同时由于污水在管道中的流速减缓,有机物沿途沉淀,进水中的营养成分严重不足,停水第一天(11月 24 日)进水的 COD 浓度只有 116 mg/L

(上午)和 113 mg/L(下午),停水期间进水 BOD、TN 和 TP 的平均浓度分别为 140、43 和 5.2 mg/L,氮、磷含量偏高,碳源不足。

表 3 停水期间污水厂水量和进、出水水质

Tab 3 Quantity and quality of influent and effluent during the period of stopping water

mg · L<sup>-1</sup>

日期		21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日	
水量 / (m <sup>3</sup> · d <sup>-1</sup> )		205 956	176 899	134 627	130 823	64 458	66 333	70 039	169 850	169 600	174 316	
MLSS / (mg · L <sup>-1</sup> )		2 766	2 852	2 417	2 423	2 567	2 214	2 542	2 947	3 214	3 246	
水温 /	AM	13.2	13.0	12.8	12.1	12.0	11.5	10.8	10.7	11.0	12.1	
	PM	13.3	13.1	12.6	12.1	12.1	11.5	10.7	11.0	11.9	12.0	
COD / (mg · L <sup>-1</sup> )	上午	进水	256	292	320	116	236	248	212	224	476	312
		出水	40	64	44	64	40	24	40	56	56	56
	下午	进水	276	340	140	113	220	156	256	472	276	316
		出水		76	44	36	20	36	40	44	44	36
NH <sub>3</sub> - N / (mg · L <sup>-1</sup> )	上午	进水	60.6	57.5	70.5	52.3	66.05	84.55	54.15	68.5	93.6	61.1
		出水	4.10	2.16	14.0	12.35	7.95	6.25	11.95	8.05	22.95	11.8
	下午	进水	54.5	62.5	56.8	55.4	48.85	48.95	78.45	130.9	75.75	66.3
		出水		1.805	8.3	6.9	6.65		8.05	7	11.7	9.25
SS / (mg · L <sup>-1</sup> )	上午	进水	193	106	200	149	110	120	140	108	152	110
		出水	10.5	7.5	17	7.5	16	3.5	6.5	5.75	11.5	18
	下午	进水	232	300	153	122	124	119	165	200	170	152
		出水		3.5	23	7.5	5.5		5.25	23.5	7	13

#### 水力负荷降低

停水期间进入污水厂的水量较平时锐减,25日、26日和 27日 3 d 的平均水量为设计水量的 1/4,致使水力负荷大幅度降低,污水流速减缓,易造成 A 池污泥沉淀,进而引起污泥腐败,最终导致污泥解体。

#### 水温下降

进水量锐减使污水在市政排水管网的存留时间相应延长,污水到达污水厂的水温较平时有所降低,再加上持续曝气的热量散失,水量减少期间及恢复供水后水温比平时降低了 1~2℃,25日、26日和 27日 3 d 的平均水温只有 11.4℃(见表 3),直接影响了活性污泥对有机物和其他污染物的降解效率,对恢复供水后污水厂的运行不利。

#### 恢复供水后的负荷冲击

恢复供水后,停水期间污水管网、化粪池、居民家庭、企事业单位等地方积累的污染物会在短时间内大量排入污水厂,28日下午进水 COD、SS 和 NH<sub>3</sub> - N 分别从 224、108 和 68.5 mg/L 上升至 472、200 和 130.9 mg/L(见表 3),造成污水厂水质、水量的负荷冲击,给污水厂的运行和管理造成了不利影响。

### 2.2 生物强化措施的运行效果

为克服水量减少带来的不利影响,采取了生物

强化措施,其间污水厂的进水量经历了先减少、后增加的过程。进水负荷也自 23 日下午开始逐渐降低,24、25、26 和 27 日的 COD、NH<sub>3</sub> - N 和 SS 浓度也比平时低 30%、15% 和 40% 左右,28 日下午进水浓度突然升高一倍左右,对污水厂造成了水量和水质的负荷冲击。停水期间及恢复供水后的水温也比平时有所降低,给污水处理带来不利影响。

停水期间及恢复供水后污水厂的出水水质除 28 日的 SS 值稍微超标外,其他项目均持续稳定达标,在进水 COD、NH<sub>3</sub> - N 和 SS 浓度分别为 472、130.9 和 200 mg/L 的条件下,出水相应浓度分别为 44、7 和 23.5 mg/L,没有因为进水量变化影响出水水质,而此间污泥浓度也基本稳定在 2 200~2 800 mg/L,没有出现污泥腐败。

### 2.3 机理分析

自 2005 年 11 月 21 日至 11 月 30 日污水厂在停水期间实现了平稳过渡,其原因分析如下:

投加生物制剂,强化营养和污泥降解功能。生物强化制剂中甲醇、尿素、磷酸氢二氨等营养成分的加入保证了水量减少期间生化池的营养能够维持活性污泥中微生物各项生理活动的正常进行;同时,

生物制剂中的功能菌使活性污泥降解功能在不利条件下得到了稳定和强化,对污水厂的平稳过渡起到了关键作用。在投放生物制剂的同时,相应调整了污水厂的运行模式(将旋流沉砂池由开启 4 座改为开启 2 座,并使污水超越初沉池,直接进入生化池),这在一定程度上补充了 A/O 池部分营养。

加大污泥回流,提高水力负荷。为保持生化池的水力负荷,加大了 A/O 池的外回流(由二沉池回流到 A 池)和内回流(由第 5 廊道回流到第 1 廊道)污泥量,使水力流速达到设计流速要求,防止了 A 池的污泥沉淀,为污水处理系统的正常运转提供了有利的外部环境。

减小曝气强度,减缓水温下降和抑制污泥降解。曝气强度的减小有效减缓了水温下降,使水量减少期间水温维持在 10℃ 以上,同时也在一定程度上抑制了污泥的降解,减少了营养的消耗,改善了污水厂的运行工况。

采取综合措施,应对负荷冲击。在水量减少后期,为了应对恢复供水后的负荷冲击,在生物制剂中加入了生物活化液和低温功能菌;恢复供水后又提高了曝气强度、减小了污泥回流。这些措施有效激活了生物降解活性,提高了低温条件下有机物的降解能力,使 A/O 系统经受住了恢复供水后的水

质、水量负荷冲击,实现了出水水质的持续达标。

### 3 结语

因环境事故导致进水量减少对污水厂运行造成了负荷冲击、营养缺乏和水温下降等不利影响,而采取生物强化措施后有效抑制了污泥恶化并化解了负荷冲击,在进水 COD、NH<sub>3</sub>-N 和 SS 浓度分别为 472、130.9 和 200 mg/L 的条件下,出水相应浓度分别达到 44、7 和 23.5 mg/L,实现了水量减少期间污水厂的平稳过渡。

通过投加生物制剂并调整运行模式的方法,污水厂出水水质在水量减少期间实现了持续达标,是生物强化技术研究应用的新突破,所积累的经验为污水厂同类事故的处理提供了借鉴和参考。

### 参考文献:

- [1] 王永恒,刘继香. 寒冷地区污水管道浅埋的追踪观察[J]. 中国给水排水, 2001, 17(7): 74 - 76
- [2] 姜安玺,孟雪征,曹相生,等. 耐冷菌的分离及在低温污水处理中的应用研究[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2002, 34(4): 563 - 569.

电话: (0451) 86282107 13946157022

E-mail: wwep@sina.com

收稿日期: 2006 - 01 - 24

## · 技术交流 ·

### PTA 装置凝水回收出现的问题及建议

从 2000 年 11 月底开始,仪征化纤热电厂对化工厂一期 PTA 装置(简称 PTA1)凝水进行回收,前 3 年回收效果比较好,但随着时间推移,近两年出现了如下问题: PTA1 装置凝水水质很不稳定,经常出现较大波动; PTA1 装置凝水回收后,前 3 年阳床周期制水量明显上升,但是近两年出现大幅度下降的现象;夏季 PTA1 装置凝水不能完全回收,大部分只能排放;精密过滤器污染严重,滤芯更换过于频繁。

为此,建议采取以下解决措施:

针对 PTA1 装置泄漏的问题,热电厂应加强与化工厂的联系,及时将信息反馈给化工厂,要求化工厂采取有效措施进行查漏堵漏。

针对 PTA1 装置凝水水质波动较大、水质较差的问题,不能为了回收而主观放宽回收指标,应对水质严格把关,当水质出现问题时,应将其送到污水厂进行处理,并及时将信息反馈给化工厂。

针对夏季 PTA1 装置凝水不能完全回收,大部分只能排放的问题,可以采取将回收的 PTA1 装置凝水在 1#精密过滤器出口开一个旁路,分流部分 PTA1 装置凝水至二期 PTA 装置凝水回收系统。

针对 PTA1 装置及凝水回收管道腐蚀严重的问题,应采取在 PTA1 装置大修过程中对系统进行防腐处理,并对管道进行酸洗—碱洗—成膜处理。

(仪征化纤股份有限公司热电厂 印胜伟)