

生物滤池作为给水预处理的初步研究

罗祥麒 胡家骏

(同济大学)

解放以来,工业猛进,而三废治理长期跟不上,以致地面水水源受到污染的,如上海黄浦江^[1]、苏州胥江^[2],原水水质的严重恶化,降低了水厂出水品质,甚至不能全面符合国家规定的标准。改变这种状况,最根本的措施是治理废水,控制污染。但是,限于种种条件,水污染控制短期内难于完善。因此,革新给水的处理方法,就具有相当重要的现实意义。

用生物处理的方法改善原水水质,使运行失常的城市水厂得以恢复优良的出水水质,在概念上早就成立。但是,把处理污水的方法用于城市水厂,某种意义上说是一种突破。在日本已取得这方面成果^{[3][4]}的鼓舞下,我们获得有关方面的支持,进行了本研究。

生物处理有多种方法,有不同类型的构筑物,日本试验和采用的是生物膜曝气池和生物转盘。我们认为生物处理用作城市水厂的预处理,主要是补救建成水厂由于原水恶化而出水水质下降的问题,因此采用的构筑物应当便于建成水厂采用。所以,我们研究的是生物滤池。在用塑料作为滤料的情况下,生物滤池的单位体积重量比较轻;同时,生物滤池的滤床为了从大气中获得氧,是敞露的,在水力学流程(高程)上全池必须高出后续处理构筑物。这样,把生物滤池设在建成水池的上面,就有可能,而且是合理的,更为建成水厂可能采用的。

由于受时间、人力、物力和财力的限制,本研究是在因陋就简的情况下进行的。研究的任务主要是初步探索生物滤池预处理的效果如何,其次,也为进一步做生产性试验提供一些经验数据。

试验场地选在苏州市胥江水厂。该厂建于

1950年;近年来,胥江深受污染,1978~1980年氨氮有时高达1~2毫克/升,酚高达0.1~0.3毫克/升,苯胺高达0.1~0.3毫克/升,氰(CN⁻)高达0.05~0.1毫克/升。1980年起,终因水厂出水水质不合标准而暂时停产。在苏州市自来水公司的赞助下,我们与胥江水厂协作,于1980年10月至1981年9月进行了本研究。本研究中的大量水质分析工作是在水厂分析人员通力合作下完成的。

试验设备流程如下:

原水→水泵→转子流量计→水力回转多孔布水管→生物滤池→雨水道

生物滤池的滤床由8块0.5×0.5×1米的聚丙烯蜂窝块叠成,布水面积0.14米²,滤床高度8米。

研究期间,胥江水质有所好转,为了考察原水水质再次出现严重污染时生物滤池的效果,设有毒有害物质馈给水箱,盛放一定浓度的含酚和苯胺的水,向滤池进水中投加。

研究主要考察生物滤池对酚、苯胺、氨氮、耗氧量(OC)、木质素的处理效率,同时考察了氰、铁、锰的去除情况。经试验表明,水温、滤率和滤床高度影响处理效率,而水温影响尤大。表1示预处理效率的一般情况,数字表明,氨和酚的去除效率是良好的,特别是天暖季节效率是高超的。氰、铁、锰未作系统考察。氰的浓度0.2~0.3毫克/升(水温13~15℃)时,去除率在70~90%左右。铁和锰的浓度在0.3~0.7毫克/升和0.1毫克/升左右(水温20~30℃)时,生物滤池出水在0.2~0.3毫克/升和0.03毫克/升左右。

水温的影响。水温到达20℃时,生物滤池

的功效基本上已充分发挥, 氨氮、耗氧量、木质素、酚和苯胺的去除率分别为 85~90%、20~30%、30~40%、95~99%和 85~95%。随着水温的下降, 功效也逐渐下降, 对氨氮去除率的影响最显著, 对耗氧量和木质素不太明显。当水温降到 12℃左右时, 它们的去除率分别为 20~50%、10~20%、20~30%、75~80%和

60~70%。在冬季数九寒天(水温 2℃左右), 功效较差, 酚和苯胺的去除率约为 50%和 20~30%, 而氨氮去除率仅约 10%。功效的严重下降, 滤池体积过小也有影响, 池壁有时有冰, 滤料上的生物膜温度估计既低于水温, 也低于气温。对生产性生物滤池, 冬季气温下降的影响估计要小些, 处理效率会高些。

表1 生物滤池的处理效率(%)
(滤率: 春、秋、冬 40~100 米/日, 夏 135~240 米/日)

污 染 物	1980年		1981 年									年 平 均
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
氨 氮	79	16	12	25	33	81	87	93	87	88	80	62
耗 氧 量	15	16	12	17	12	23	22	23	14	15	16	17
木 质 素	21	14	16	18	26	43	48	37	32	32	27	29
酚	—	63	61	54	76	93	98	92	92	99	—	83
苯 胺	—	31	21	47	64	91	94	37	87	93	—	69

滤率的影响。水温低于 15℃、滤率 40~100 米/日时, 滤率除对氨氮去除率的影响较为明显, 对其他污染物去除率的影响不明显。水温高于 20℃、滤率小于 200 米/日时, 滤率对各污染物去除率的影响都变得不明显。

滤床高度有影响, 特别是水温较低时, 但是相比之下, 下面 4 米的功效远低于上面 4 米。

当酚和苯胺的浓度在 1 毫克/升左右以下时, 其浓度的变化对去除率无明显影响。氨氮的去除率随浓度的增加, 略有上升。

生物膜量比一般污水处理生物滤池的少得多, 滤床的上面 4 米较多, 下面 4 米则很少。生物膜外观如泥土, 呈黄褐色。生物膜中的微生物以动胶杆菌属为主, 原生动物以纤毛类为主, 如钟虫、等枝虫、漫游虫、豆形虫等, 从未发现鞭毛类的。后生动物有轮虫、线虫及颚体虫。原生及后生动物出现的种类和数量随水温而变化; 滤床顶部的数量及种类始终明显比下层少, 到 2 米处增多, 4~8 米处更多, 但差别不大。

考察了生物处理对原水处理性能的影响, 发现生物滤池出水的混凝性能比源水好。当澄清水残留浊度为 10 度时, 加矾量[以 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 12H_2O$ 计]约降低 5~20%; 12 度

时, 约降低 15~30%; 15 度时, 约降低 30~50%; 18 度时, 约降低 40~60%。原水经生物处理后, 其需氯性能亦得到改善, 当原水氨氮含量为 0.5~1 毫克/升、生物滤池出水降至 0.05~0.08 毫克/升、去除率 80~90%时, 需氯量可降低 70~75%。(注: 需氯量=投氯量—水中开始出现游离性余氯时的总余氯量。)

试验的最后三天, 考察了在生物滤池前加矾的效果。矾液加在滤池前的进水管中, 源水加矾后在管中流行时间约半分钟, 加矾量约为 40~50 毫克/升[以 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 12H_2O$ 计], 出水水质同水温略高、滤率一样时的不加矾生物滤池的运行结果进行了比较(见表 2), 表明在滤前加矾的效果是显著的。

总之, 生物滤池有明显的预处理效用, 在温暖季节效果特别良好, 既有改善原水一般性质的作用(氨氮、加矾量、需氯量均有所下降), 又有一定的去除有毒有害物质的作用, 我们认为有实用的可能, 应当进一步做生产性试验, 并作如下建议:

(1) 生产性试验应是完整的, 试验设施是采用生物滤池作预处理的完整的净水系统。

(下转第 5 页)

发展规划并纳入各级生产计划,对一些重要的设备、仪器,应纳入环境科研规划,组织试制。

4. 组织设计、科研,生产单位,对国外引进工程中的环保设备、仪器,消化、吸收、改制。我国已引进一批较先进的环保工程设备,如钢铁工业、石油化工、纺织工业、电站等,如果对这些工程的工艺设备仪器认真地解剖、吸收、改造、仿制,对提高我国环保工业水平和加快我国防治污染的步伐是有重要作用的。

5. 开展环保工业的咨询服务工作,其任务首先应加强情报工作,对那些厂生产那些设备、治理那类污染以及这一设备的技术经济效益如何,应组织情报交流,并在国内广泛宣传。其次,对一些技术力量薄弱又急需治理的企业帮助他们规划、设计直到承包工程。

总之,环保工业的发展是防治污染、掌握环境质量中的一项重要工作,如何使之加速发展应作为环保工作的一项重要任务来抓。

环境问题是一个复杂的问题,它牵涉到各行业各部门,既有理论问题又有实际问题,既是个科学技术问题又是个经济、社会如何发展的问题。我们要大力组织、推动各方面力量,弄清情况,研究问题,抓住重点,一个一个地加以解决。我相信在不太长的时间里,会探索出我国保护环境的路子来的。

(本文于1982年8月份收到)

(上接第13页) ****

- (2) 生物滤池部分可设置两套: 一套滤后 蜂窝眼直径 10或15毫米。
加矾,另一套滤前加矾。 滤床高度 4米。
(3) 生物滤池设计参数: 滤率 100米/日。

表2 加矾生物过滤与生物过滤的比较

项 目	加 矾 生 物 过 滤				生 物 过 滤			
	进 水	出 水	去除率(%)	测定次数	进 水	出 水	去除率(%)	测定次数
浊度(度)	32	13	59	17	43	35	17	7
耗氧量(毫克/升)	7.1	3.8	47	15	6.3	5.1	19	13
氨氮(毫克/升)	0.64	0.04	94	18	0.50	0.07	86	11
木质素(毫克/升)	2.1	0.6	71	18	2.5	1.6	36	2
pH 值	7.1	7.7	—	18	7.0	7.9	—	7

备 注 (1)平均水温 21℃。(2)试验期 3 日。(3)滤率 100米/日。(4)出水浊度是静沉 1 小时后测的。(5)加矾量 40~50 毫克/升。(6)每 4 小时测定 1 次。

(1)平均水温 24.5℃。(2)试验期 10 日。(3)滤率 100 米/日。(4)未加矾,出水未经沉淀。(5)每日测定 1 次。

本研究曾得到苏州市自来水公司徐丽英、钱乃亮及胥江水厂化验室工作同志的大力协助,特此致谢。

参 考 文 献

[1] 上海地区的环境污染问题,高伟生,《环境科学研究》上海师范大学编,1979 年第 1 期,第 41 页。

[2] 苏州市环境保护三年规划,1979 年。

[3]. チェー プ接触酸化法の開発と発展の经过,小島貞男,用水と废水,1978 年第 5 期第 5~6 页,第 10~13 页。

[4] 回转丹板法最近の动向と今後の展开,石墨政仪,水处理技术,1979 年第 10 期,第 22 页。