

生物滤池在净水生产中的应用

查人光 仲建锋

提要 介绍了嘉兴市南门水厂生物滤池的生产性应用。实践表明:生物滤池对 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效果明显优于传统工艺,出水感官指标改善显著;调整运行参数后,对浊度的去除略优于常规滤池;在老水厂改建生物滤池不需增加净水构筑物,运行管理方便,增加成本合理。因此,对以传统工艺为主的老水厂改造具有较强的针对性和可行性。

关键词 微污染 生物滤池 工艺改造 去除率

TU991 B

随着水源水质污染成因日趋复杂和水质检测水平的提高,城市供水常规工艺的局限性日益显现。具体表现为:城市供水水质的感官指标难尽人意,生物稳定性差,Ames 致突变风险有所增加等。在水源污染较为严重的地区,相应矛盾尤为突出。而随着社会经济的发展,提高供水水质,使之与国际先进水平接轨已是大势所趋。2001 年 9 月 1 日,卫生部《生活饮用水卫生规范》的颁布,正是这一精神的体现。对污染源而言,按“规范”要求,采用常规处理工艺,显然难以达到供水 $\text{COD}_{\text{Mn}} \leq 3 \text{ mg/L}$ 。嘉兴水司与上海市政设计研究院在嘉兴市南门水厂开展了为期一年的生物滤池研究,结果表明:将净水流程工艺参数作适当调整,把常规滤池改造成生物滤池,对可生化有机物去除效果明显,具有较强的可操作性。据此,我公司对南门水厂工艺进行了改造,改造后的生物滤池于 2002 年 5 月投入生产运行。

1 生物活性滤池改造情况简介

南门水厂建成于 80 年代初,水源取自运河水系嘉兴段,取水口紧邻市中心区,供水规模为 $5 \text{ 万 m}^3/\text{d}$,其工艺流程见图 1。



图 1 原处理工艺流程

运河嘉兴段为污染较严重区域,据 GB3838-2002 标准为 IV~V 类水源。2001 年南门水厂取水及供水相应指标见表 1,显然其出水感官指标,有机物综合指标难尽人意。

表 1 南门水厂原水及出厂水水质指标(2001 年)

项 目	COD_{Mn} /mg/L	氨氮 /mg/L	色度 /度	浊度 /NTU	铁 /mg/L	锰 /mg/L	挥发酚 /mg/L	DO /mg/L
原 水	最大值	12.24	6.40	40	459	3.20	0.41	0.008
	最小值	4.88	0.60	27	13	0.25	0.10	<0.002
	平均值	7.10	3.01	34	88	1.30	0.22	0.003
出 厂 水	最大值	7.66	6.40	15	2.5	0.30	0.37	0.007
	最小值	2.75	0.05	5	0.2	0.60	<0.05	<0.002
	平均值	4.89	1.76	10	1.1	<0.05	0.18	0.004

南门水厂生物滤池改造是将原有的大阻力快滤池改为生物活性炭滤池。改造后整个工艺流程见图 2。

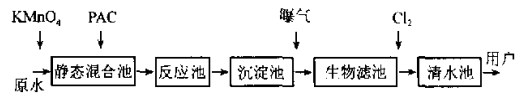


图 2 改造后处理工艺流程

其中生物滤池长 6 m,宽 4.3 m,采用双层滤料,上层为 70 cm 的活性炭,下层为 30 cm 石英砂(粒径分布为 0.8~1.2 mm)。据研究表明,生物滤池成功运行应具备以下条件:①良好的生物载体;②充分的接触时间;③合理的反冲洗系统;④适宜的工作条件,如进水溶解氧, pH, 水温,浊度等。在改造中,因地制宜加以实施:

(1)生物滤料选型。选用活性炭作为生物滤料,以取其化学稳定性好,比表面积大,适宜生物生长的优点,具体指标见表 2。运行实践表明,该活性炭机械强度较高,生物生长良好。

(2)降低运行负荷,以延长活性炭层接触时间。将滤速由原来的 8 m/h 降至 5 m/h,使 70 cm 厚的滤层保持 8 min 左右的接触时间。工艺参数的调整

表 2 活性炭理化指标

外观	亚甲基蓝吸附值/mg/g	碘吸附值/mg/g	粒度/目	堆密度/g/cm ³	水分/%	比表面积/m ² /g	强度/%
破碎状	225	1100	8~30	0.42	<5	1200	95

及相应工艺环节的优化,还使滤池进水浊度大都控制在 3 NTU 以下,与原有工艺相比,降低了滤池去浊负荷。

(3)增加滤池进水溶解氧。一是将沉淀池后进水槽加高 20 cm,增加跌水高度;二是在沉淀池与滤池之间的水渠中,增加了微孔曝气头和部分弹性填料进行曝气,由于有效水深不足 1.5 m,故气水比选用 0.5:1。据监测,前者跌水增加溶解氧约 2.5 mg/L,后者曝气增加约 0.3 mg/L,从而使滤池进水溶解氧保持在 4~5.3 mg/L。

(4)取消预加氯。南门水厂构筑物为叠合式,水体流经预加氯点与生物滤池历时为 35 min。因此,预加氯对生物滤池冲击较大,故以高锰酸钾取代预加氯,相应投加量为 0.2~0.5 mg/L。生产运行表明,较好地解决了前氧化对生物滤池的冲击,同时预加高锰酸钾,还有助凝、节矾作用,高效去除铁、锰,避免了氯酚的形成,对改善出水色度、嗅味有所贡献。

(5)调整冲洗设施。经改造后的生物滤池,兼具了降浊和提高有机物、氨氮去除率的功效,因此,合理的反冲洗强度应既能保证砂层膨胀,活性炭生物膜更新,又不致活性炭流失。经现场测试,最后确定为反冲强度为 12 L/(s·m²),反冲周期为 50 h,反冲时间为 6 min。为达到上述参数,将滤池配水槽加高 20 cm,并对高位水箱出水阀门进行了改造。

2 生物滤池的运行效果及评述

整个生物滤池于 2002 年 5 月 9 日运行至今,历时 7 个月。运行 7 天后滤池对氨氮的去除率达 90% 以上,可以认为挂膜成熟。整个运行期间(挂膜期间),水源水质、沉淀水(滤池进水)及滤后水水质见表 3,其中滤池挂膜启动期间,水温为 20~25 ℃。

2.1 对氨氮、亚硝酸盐氮的去除

挂膜成熟后,当进水氨氮 < 1 mg/L 时,去除率在 90% 左右;进水氨氮 1~2 mg/L 时,去除率为 60% 左右;当进水氨氮 > 2 mg/L 时,去除率为 40% 左右,见图 3。经深入分析认为,氨氮的去除量有其

表 3 运行期间(挂膜期间)水质

项目	COD _{Mn} /mg/L	氨氮/mg/L	亚硝酸盐氮/mg/L	色度/度	pH	浊度/NTU	锰/mg/L
原水	最大值	9.05	3.31	0.265	47	7.1	0.52
	最小值	4.24	0.61	0.052	25	7.1	0.20
	平均值	6.60	1.53	0.161	34	7.1	0.31
进水	最大值	7.18	3.20	0.256	22	6.9	0.32
	最小值	3.47	0.46	0.073	10	6.9	0.06
	平均值	5.02	1.39	0.172	16	6.9	0.20
滤后水	最大值	5.94	2.36	0.333	12	6.9	0.13
	最小值	1.52	0.33	<0.002	<5	6.9	<0.05
	平均值	3.42	0.66	0.097	7	6.9	0.08

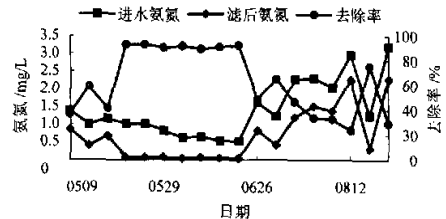


图 3 生物滤池对氨氮的去除效果

限值,当接触时间等因素恒定时,去除量与生物滤池中生物量相关,该生物滤池对氨氮的去除量约为 0.8~1 mg/L。

运行初期,生物滤池出水亚硝酸盐氮增加,至第 7 天达到最高峰,至第 9 天,生物滤池对亚硝酸盐氮的去除功能才开始显现,并保持较高的去除率(90% 以上),见图 4。经分析,认为运行初期由于水中溶解氧不够,亚硝化菌对硝化菌有竞争优势,使亚硝化反应速度快于硝化反应所致,后滤池生物环境趋于稳定,两者才达到平衡。

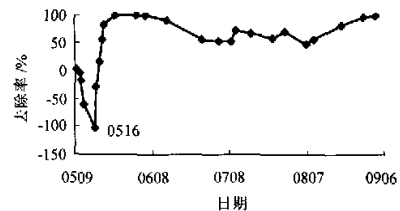


图 4 生物滤池对亚硝酸盐氮的去除效果

2.2 对 COD_{Mn} 的去除

在运行初期 COD_{Mn} 的去除率大于 60%,最高达 68.5%;25 天后 COD_{Mn} 的去除率稳定在 20%~

40%之间,稳定期间 COD_{Mn} 的去除率为 30.1%。具体为当进水的 $COD_{Mn} < 5 \text{ mg/L}$ 时, COD_{Mn} 去除率在 30%~40%;进水 COD_{Mn} 为 5~7 mg/L 时,去除率为 20%~40%;而当进水 $COD_{Mn} > 7 \text{ mg/L}$ 时,去除率在 20% 以下。活性炭物理吸附期为 25 天左右,稳定后生物滤池对 COD_{Mn} 的去除量有其限值。当接触时间等因素恒定时,该生物滤池对 COD_{Mn} 的去除量约为 1.5~2 mg/L,而同期普通砂滤对 COD_{Mn} 的去除量为 0.7 mg/L 左右(见图 5)。

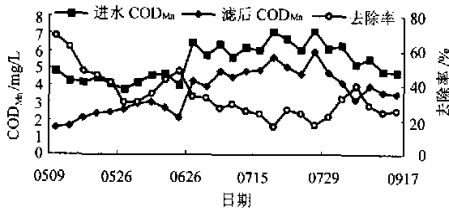


图 5 生物滤池对 COD_{Mn} 的去除效果

2.3 对色度、臭味的去除

运行开始的前 50 天,色度平均去除率为 58.6%(见图 6),特别是前 20 天,滤后水的色度保持在 5 度以下,表明活性炭在运行初期对形成色度的有机物有良好的吸附能力,后对进水色度的去除以生物降解为主,略高于普通滤池。运行至今,生物滤池对臭味一直保持较高的去除率,与常规过滤相比,生物滤池明显改善了出水臭味。前加高锰酸钾的协同作用,使这一能力得以更大的发挥,提高了生物滤池的去色能力。其物理吸附饱和和周期(50 天左右)高于 COD_{Mn} 的饱和和周期(25 天)。

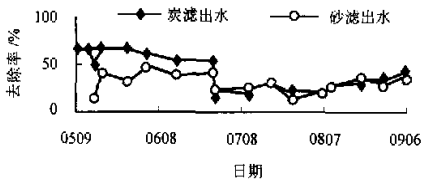


图 6 炭滤和砂滤去除色度效果比较

2.4 浊度的去除

前加高锰酸钾后,絮凝池中矾花由絮状变为片状,并略带红色,泥水分离更为清晰,至沉淀池出水处,浊度最高值为 4.4 NTU,基本能稳定在 3 NTU 以下,经生物滤池出水平均浊度为 0.3 NTU,最高值为 0.5 NTU(见图 7)。这表明生物滤池按技改参

数运行后,对浊度的去除效果良好,运行稳定。改造后的生物滤池操作程序与普通滤池基本相同,管理方便。

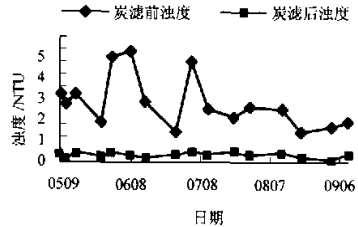


图 7 生物滤池对浊度的去除效果

2.5 经济性评估

该生物活性滤池系列工程改造,总投入 50 万元左右。至今,运行近 7 个月,效果良好。活性炭使用周期如按一年计,考虑曝气增加电耗,投加高锰酸钾所增加的成本,节矾、节氯等因素,增加成本约 0.05~0.06 元/ m^3 。

3 局限性和存在的问题

由于在老水厂改造,受原有条件制约,该生物滤池存在以下问题和局限性:

(1)炭层接触时间偏短。据研究表明,生物滤池作用最佳时间为 10~15 min,而现有工艺流程在滤速或炭层的厚度上不能达到上述标准,致使接触时间及滤池的生物量不足。

(2)溶解氧提高不够。该工艺滤池进水溶解氧在 4~5.3 mg/L 之间,对氨氮和 COD_{Mn} 的平均值分别为 1.53 mg/L 和 6.6 mg/L 的进水水体,是远远不够的。造成溶解氧不足的原因,据分析主要是受工艺流程限制,曝气工艺传质效率不高所致。

(3)反冲洗强度偏弱,冲洗方式单一。运行至今,滤池表面有积泥现象,翻池后表层 20 cm 活性炭有含泥现象。表明选用的冲洗强度偏小,冲洗历时偏短。而这两方面的改进在现有工艺上难以实施,如加大强度,则有跑炭现象;如延长冲洗时间,则现有反冲洗水箱容量不够,且反冲洗水为加过氯的水,对滤池有所冲击。如有条件针对性加以改进,甚至选用气水反冲方式,则效果更佳。

(4)研究表明,对分子量在 3 000~10 000 的有机物,生物作用有较强的针对性。据监测,南门原水中分子量在 3 000~10 000 的有机物仅 25% 左右,

上海市嘉定区安亭新镇共同沟工程设计

张红辉

提要 上海市安亭新镇共同沟全长约 5 780 m, 该工程分两阶段实施, 第一阶段工程将于 2004 年 3 月全面建成。介绍了共同沟纳入的管线种类、系统方案、共同沟标准断面、沟内防火分区、附属设施等设计情况。

关键词 共同沟 工程设计 安亭新镇 上海市

TU99 B

0 概况

所谓共同沟, 就是“地下城市管道综合走廊”, 即在城市地下建造一个隧道空间, 将市政、电力、通讯、燃气、给排水等各种管线集于一体, 设有专门的检修口、吊装口和监测系统, 实施统一规划、设计、建设和管理。共同沟的建设避免了由于敷设或维修地下管线而反复挖掘道路, 减少对道路交通和居民出行造成的影响和干扰, 保持路面的完整和美观; 提高了市政管线的耐久性和安全性; 便于对各种管线的敷设、增设、维修和管理; 有效利用了地下空间, 节约了城市用地; 减少道路的杆柱和架空线等, 保证了城市的整体景观。

安亭新镇共同沟的建设, 是在上海郊区新城镇建设中的首次尝试, 旨在提升新世纪新城镇市政基础设施建设的整体水平和科技含量, 为在更高起点上探索新城镇市政配套建设的新形式积累有益的经验。目前, 该工程已进入紧张的施工阶段, 第一阶段工程将于 2004 年 3 月全面建成。

1 工程系统方案

因此, 单靠生物滤池难以根本改善南门出水水质。

4 结语

(1) 南门水厂原水经反应混凝、沉淀, 其 COD_{Mn} 的去除率在 20% 左右, 生物滤池对进水 COD_{Mn} 的去除率略高于 30%, 整个工艺流程 COD_{Mn} 去除率达 45% 左右, 远高于常规工艺的 20% ~ 30%, 对氨氮生物滤池能有效去除, 并改善色、味等感官指标, 通过工艺参数调整, 去浊效果略优于普通砂滤。

(2) 南门水厂生产运行表明: 就老水厂而言, 采用生物滤池技术上可行、经济上合算、管理上方便。

安亭新镇一期 2.5 km² 范围内, 有 5 条市政道路, 形成环 + 环内“井”字形道路, 分别是环镇路、东西向纬一路、新镇路、南北向经一路、经二路, 以及纬一路环外向西延伸的新镇入城段道路。其中, 环镇路和新镇路道路红线为 40 m, 是安亭新镇的主要道路, 其它市政道路红线为 28 m。

安亭新镇共同沟工程系统方案经多方案比选, 并经过有关部门的审批, 最终确定在环镇路、新镇路以及新镇入城段道路上实施共同沟, 形成“日”字形共同沟系统, 共同沟全长约 5 780 m, 系统布置见图 1。该工程分两阶段实施, 第一阶段实施新镇入城段以及新镇路共同沟, 第二阶段实施环镇路共同沟。

2 工程设计

2.1 共同沟内纳入的管线种类

共同沟内纳入的管线最终确定为: 供水管线、电力电缆、通信电缆、广播电视电缆等, 燃气管道敷设在共同沟顶端的专用管槽内, 雨污水管线不纳入共同沟内。

如有条件, 克服生物滤池现有缺陷, 甚至在滤前增加臭氧氧化等强氧化手段, 增加进水可生化性, 则效果更佳。

参考文献

- 1 查人光, 贺尧基. 高锰酸钾-粉末活性炭联用组合工艺在净水处理中的应用. 给水排水, 2000, 26(4): 9-12

○作者通讯处: 314000 浙江省嘉兴市环城南路 231 号

浙江省嘉兴市嘉源给排水有限公司

电话: (0573) 2083496

收稿日期: 2003-1-13