

试验研究

净水厂滤池反冲洗水回收处理的工程实践

唐贞伟

(杭州高新(滨江)水务有限公司,浙江 杭州 310051)

摘要:根据杭州市某净水厂现有净水工艺流程,分析了滤池反冲洗水的水质、水量及存在的问题。通过对反冲洗水的现场沉降试验,提出了滤池反冲洗水回收处理方案,即反冲洗水在回收水池中自然沉淀后,上层清液由回收水泵送至净水厂的进水再利用,下层沉淀的底流用排污泵送至污泥池与沉淀污泥一并浓缩脱水处理。工程实践表明,反冲洗水的回用处理方案技术可行,可以有效提高原水利用率,值得推广应用。

关键词:净水厂;反冲洗水;回收处理;滤池

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2016)04-0023-02

THE ENGINEERING PRACTICE OF THE RECOVERY TREATMENT OF THE FILTER BACK FLUSHING WATER IN THE WATER PURIFICATION PLANT

TANG Zhen-wei

(Hangzhou Hi-Tech (Binjiang) Water Affairs Co., Ltd., Hangzhou 310051, China)

Abstract: According to the existing water purification process of a water plant in Hangzhou, the water quality, water quantity and existing problems of filter back flushing water were analyzed. By the field sedimentation test of the back flushing water, the recovery treatment scheme of filter back flushing water was proposed, the back flushing water supernatant, which was sent to the water purification plant after natural precipitation in the recycling pool, was reused by the reclaimed water pump, while the precipitation underflow, which was sent to sludge tank with settling sludge, was thickened and dewatered by sewage pump. The engineering practice shows that the recovery treatment scheme of the back flushing water is feasible technically and can improve the utilization rate of raw water effectively. The scheme is worth popularizing and applying.

Key words: water purification plant; back flushing water; recovery treatment; filter

净水厂自用水量一般占原水量 2%~8%^[1,2],是净水厂最主要的外排污染物,其中 40%~50%是滤池反冲洗水。随着节能减排的深入,净水厂排污及原水利用率要求越来越高,滤池反冲洗水的回收再利用越来越受到重视。杭州市某净水厂需要扩能改造,结合现有净水工艺流程,对滤池反冲洗水进行了有效处理和再利用,提高了原水利用率。

1 反冲洗水水质水量及存在的问题

1.1 净水厂现有净水工艺流程

净水厂一期设计处理能力 15×10^4 t/d,于 2009 年 7 月投产运行;二期新增处理能力 15×10^4 t/d。采用臭氧预氧化、折板絮凝、平流沉淀、双层滤料过滤的常规处理与臭氧氧化、活性炭过滤的深度处理相结合的处理工艺,具有粉末活性炭吸附和高锰酸钾深度氧化的紧急处理能力。

反冲洗废水主要来自于双层滤料滤池和活性

炭滤池。污泥(沉淀池排泥水和反冲洗废水)处理系统设回收池、污泥池、斜板浓缩池、平衡池和脱水机房。回收池接收双层滤料滤池和活性炭滤池反冲洗废水,上清液回用至平流沉淀池,底流外排;沉淀池排泥水直接排入污泥池;之后污泥经过斜板浓缩池浓缩后进入平衡池,浓缩池上清液达标排放,平衡池出泥通过板框压滤机脱水,滤液回流至污泥池,脱水泥饼外运。流程如图1所示。

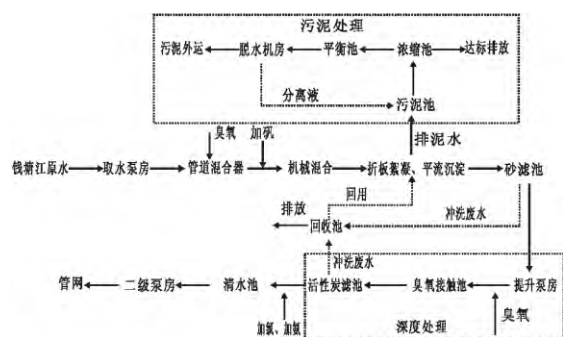


图1 现有净水工艺流程

1.2 存在的问题

1.2.1 原水浊度变化导致污泥处理能力不足

净水厂一期工程投产后,自2009年8月~2012年5月的原水浊度变化曲线如图2所示。每年夏季(6月~9月)雨水较多时,原水浊度变化较大,最大值1456 NTU,普遍超过103 NTU(90%概率浊度),个别时间超过265 NTU(95%概率浊度),其他时间浊度相对稳定,历年平均浊度为51.6 NTU,远大于原设计浊度27.65 NTU^[3]。

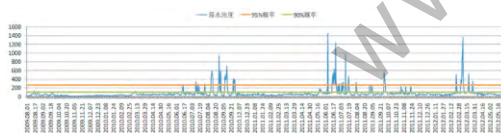


图2 原水浊度变化曲线

浊度的增长导致污泥量增加,原设计污泥浓缩池负荷 $16.6 \text{ kg 干泥}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 无法满足现实的污泥浓缩需要。

近年来由于原水浊度变化较大,年平均浊度明显高于初始设计时的原水浊度,现有污泥处理能力无法满足实际需要。

1.2.2 反冲洗废水排放量大造成原水利用率低

反冲洗废水含固率低于0.02%,单独浓缩效果较差,难以脱水。原设计滤池反冲水在回收池沉淀后,上清液回用,底流全部外排,但是为了满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)二级标准 $\text{SS} \leq 150 \text{ mg/L}$ 的要求,底流排放量较大,约为1

600 t/d,使得自用水量偏大,全厂原水利用率不高,仅为95%左右。

1.3 滤池反冲洗水的水质水量

净水厂的滤池反冲洗废水主要来自砂滤池和炭滤池,各9格,前者24 h~36 h反洗一次,后者4 d~6 d反洗一次,日排放量约为4 200 t/d,含固率一般低于0.02%。

2 反冲洗水沉降试验

净水厂反冲洗废水日均产生量约为4 200 t/d,回收池有效水深约4米,停留时间约为5 h,在不同水深取样,测定含固率,即可反映不同停留时间的沉淀效果,多次采样分析结果如图3所示。回收池底部3.5米以下的污泥含固率0.093%~0.155%之间,相当于停留4.375 h,浓缩倍率约8~9倍;池底浓缩倍率在15倍左右,相当于停留5 h以上。按照不利条件估算,可以回用上清液3 700 t/d,需要处理底流500 t/d左右;如果底流排至污泥池调、浓缩,与排泥水一并处理,则污泥池入料浓度降低5.7%左右,水量增加8%左右,对原污泥系统的处理负担增加不多,是可行的技术方案。

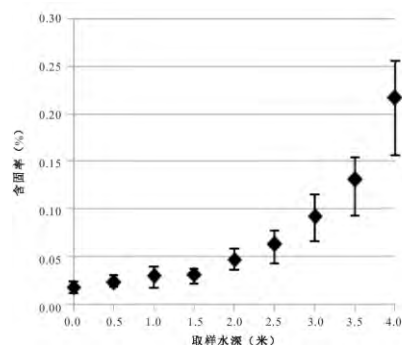


图3 回收池不同水深含固率

3 工程实践

3.1 反冲洗水回收处理工艺

根据净水厂工艺现状,结合二期扩建工程,瓷-砂滤池和炭-砂滤池的反冲洗水排入回收池,回收池底部设置刮泥设备,底流送入污泥池,减少外排水量;上清液正常情况下送入沉淀池回用,恶劣水质情况下为降低其对原水的冲击,可通过应急排放管直接排入雨水系统。

3.2 主要构筑物和设备

一期、二期合计正常总干污泥量51.2 t/d,最

(下转第19页)

较低。

采用“活性炭+超滤”方案,活性炭去除部分有机物,减轻超滤膜表面有机物污染程度,超滤系统几乎无需给水加氯即可稳定运行;过滤周期可延长至40 min;膜通量可适度提高。

3 结论与建议

就本研究项目而言,采用“活性炭+超滤”的组合方案更佳;对于其他应用场合,宜结合具体试验情况确定超滤与活性炭的工艺组合方案。本文总结如下建议供参考:

3.1 进水浊度较高条件下,推荐预处理采用“超滤+活性炭”方案,其理由如下:

超滤膜预先过滤去除绝大部分悬浊物、非溶解性有机物、大分子有机物,活性炭则高效吸附去除溶解性小分子有机物;超滤膜的主要功能是脱浊。

超滤给水加氯工艺产生的余氯可抑制活性炭过滤器内微生物的滋生,降低反渗透膜系统微生物污染的风险。

活性炭后置高效去除余氯,反渗透系统给水无需投加还原剂。

可避免因对悬浊物的机械截留而缩短活性炭的反洗、再生或更换周期。

3.2 进水浊度较低条件下,推荐预处理采用“活性炭+超滤”方案。活性炭对有机物的有效去除可降低超滤膜系统的有机物和微生物污染;超滤膜则高效截留活性炭过滤器内滋生的微生物、泄漏的炭以及其他浊度成分,对反渗透膜系统起到保护作用。

3.3 关于后续研究的建议:

COD_{Cr} 指标是反映有机物含量的非精确指标,受无机还原性物质影响较大;增加对非溶解态和溶解态有机物含量、有机物分子量分布变化的检测,更准确地掌握进、出水水质和两种方案对其中有机物的去除效果差异。

尽可能保证两种工艺组合方案的试验、计算条件的一致性。

针对特定水源,选择何种联用工艺方案作为反渗透膜系统的预处理,需根据现场试验结果,对不同方案的技术经济性进行综合评价。

参考文献

- [1]杨伟,金奇庭.活性炭-超滤膜联用技术的研究与进展[J].市政技术,2007,25(1):34-37.
- [2]朱长乐,主编.膜科学技术(第二版)[M].北京:高等教育出版社,2004:102.
- [3]侯延民,李松田,尚桂花,等.活性炭对水中有机物吸附的选择性[J].松辽学刊,2000,2(1):37-39.
- [4]陈洪斌,庞小东,高廷耀,等.炼油厂污水回用处理研究[J].环境科学学报,2002.5(22):570-575.

(上接第 24 页)

大干污泥量 130.9 t/d。设计一期污泥板框压滤机正常工作时间 12 h,应急工作时间 18 h;二期离心脱水机正常工作时间 10 h,应急工作时间 24 h。主要改造及新增构筑物和设备如表 1 所示。

表 1 污泥处理系统主要改造及新增构筑物和设备

名称	规格	数量	新增或改造	备注
脱水机房	1175m ²	1	改造	一期处理能力合计 (干泥)18t/d
板框压滤机	5t/d	2	改造,应急工作时间提高到 18h	
板框压滤机	8t/d	1	新增	二期处理能力合计 (干泥)36t/d
回收池	1000m ³	1	新增	
污泥池	1000m ³	1	新增	
污泥浓缩池	12.65×12.65m	2	新增	
污泥平衡池	2550m ³	1	新增	
脱水机房	1175m ²	1	新增	
离心脱水机	12t/d	4	新增(备用 1 台)	

通过新增一台板框压滤机使一期污泥处理能力(干泥)达到 18 t/d,同时改造现有一期设备使

应急工作时间提高到 18 h;二期新增 4 台(备用 1 台)离心脱水机,二期污泥处理能力为 36 t/d。正常水质情况下,一期、二期同时运行,可以保证污泥处理的稳定运行;恶劣水质情况下,一期压滤机每天工作 18 h,二期每天工作 24 h,处理能力可以达到 113.4 t/d,多余部分污泥 17.2 t/d 通过污泥池和平衡池调蓄。

改造方案充分发挥了现有设备的潜力,新增构筑物、设备投资较为节省,同时兼顾了正常水质及恶劣水质的运行条件,经济可行。

3.3 运行效果

通过上述工艺改造,污泥脱水车间进泥含固率 3%,板框压滤机泥饼含固率≥45%;离心脱水机泥饼含固率≥30%,实际回收池上清液回用量达到 3 800 t/d,回收池排泥量 400 t/d,原水利用率达到 96%以上,净水厂出厂水质优于国家标准及

(下转第 4 页)

- [7]Rabaey K, Boon N, Hofte M. Microbial phenazine production enhances electron transfer in biofuel cells [J]. *J Environmental Science Technology*, 2005, 39(9): 3401–3408.
- [8]Scott K, Murano C. Microbial fuel cells utilising carbohydrates[J]. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 2007, 82(1): 92–100.
- [9]Reguera G, McCarthy KD, Mehta T, et al. Extracellular electron transfer via microbial nanowires[J]. *Nature*, 2005, 435(7045): 1098–1101.
- [10]Logan BE, Hamelers B, Rozendal R A, et al. Microbial fuel cells: Methodology and technology[J]. *Environmental Science & Technology*, 2006, 40(17): 5181–5192.
- [11]Lovley DR. Live wires: direct extracellular electron exchange for bioenergy and the bioremediation of energy-related contamination[J]. *Energy & Environmental Science*, 2011, 4(12): 4896–4906.
- [12]Summers ZM, Fogarty HE, Leang C, et al. Direct exchange of electrons within aggregates of an evolved syntrophic coculture of anaerobic bacteria[J]. *Science*, 2010, 330(6009): 1413–1415.
- [13]von Canstein H, Ogawa J, Shimizu S, et al. Secretion of flavins by *Shewanella* species and their role in extracellular electron transfer [J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2008, 74(3): 615–623.
- [14]Gorby YA, Yanina S, McLean JS, et al. Electrically conductive bacterial nanowires produced by *Shewanella oneidensis* strain MR-1 and other microorganisms[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2006, 103 (30): 11358–11363.
- [15]Marsili E, Baron DB, Shikhare ID, et al. *Shewanella* Secretes flavins that mediate extracellular electron transfer [J]. *Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America*, 2008, 105(10): 3968–3973.
- [16]Aulenta F, Tocca L, Verdini R, et al. Dechlorination of trichloroethene in a continuous-flow bioelectrochemical reactor: effect of cathode potential on rate, selectivity, and electron transfer mechanisms [J]. *Environmental Science & Technology*, 2011, 45(19): 8444–8451.
- [17]Strycharz SM, Woodard TL, Johnson JP, et al. Graphite electrode as a sole electron donor for reductive dechlorination of tetrachloroethene by *Geobacter lovleyi*[J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2008, 74(19): 5943–5947.
- [18]Lohner ST, Becker D, Mangold K, et al. Sequential reductive and oxidative biodegradation of chloroethenes stimulated in a coupled bioelectro-process [J]. *Environmental Science & Technology*, 2011, 45(15): 6491–6497.
- [19]Chun CL, Payne RB, Sowers KR, et al. Electrical stimulation of microbial PCB degradation in sediment[J]. *Water Research*, 2013, 47 (1): 141–152.
- [20]Liu D, Lei L, Yang B, et al. Direct electron transfer from electrode to electrochemically active bacteria in a bioelectrochemical dechlorination system[J]. *Bioresource Technology*, 2013, 148: 9–14.
- [21]Kong F, Wang A, Cheng H, et al. Accelerated decolorization of azo dye Congo red in a combined bioanode-biocathode bioelectrochemical system with modified electrodes deployment[J]. *Bioresource Technology*, 2014, 151: 332–339.
- [22]Mu Y, Rabaey K, Rozendal RA, et al. Decolorization of azo dyes in bioelectrochemical systems[J]. *Environmental Science & Technology*, 2009, 43(13): 5137–5143.
- [23]Wang A, Cheng H, Liang B, et al. Efficient reduction of nitrobenzene to aniline with a biocatalyzed cathode [J]. *Environmental Science & Technology*, 2011, 45(23): 10186–10193.
- [24]Kong F, Wang A, Ren HY. Improved 4-chlorophenol dechlorination at biocathode in bioelectrochemical system using optimized modular cathode design with composite stainless steel and carbon-based materials[J]. *Bioresource Technology*, 2014, 166: 252–258.
- [25]Coma M, Puig S, Pous N, et al. Biocatalysis sulphate removal in a BES cathode[J]. *Bioresource Technology*, 2013, 130: 218–223.
- [26]Zhan G, Zhang L, Li D, et al. Autotrophic nitrogen removal from ammonium at low applied voltage in a single-compartment microbial electrolysis cell[J]. *Bioresource Technology*, 2012, 116: 271–277.
- [27]Ma L, Zhang W. Enhanced biological treatment of industrial wastewater with bimetallic zero-valent iron[J]. *Environmental Science & Technology*, 2008, 42(15): 5384–5389.

(上接第 19 页)

浙江优质标准,具体指标如表 2 所示。

表 2 原水水质和出厂水质指标

检测项目	原水	出厂水质	国家标准	浙江优质标准
浑浊度/NTU	35	0.09	1	0.1
锰/(mg/L)	0.28	<0.05	0.1	0.05
总铁/(mg/L)	0.31	<0.05	0.3	0.2
氨氮/(mg/L)	0.35	<0.02	0.5	0.5
亚硝酸盐/(mg/L)	0.04	<0.001	1	1
耗氧量/(mg/L)	2.2	1.06	3	2

4 结论与建议

通过工艺分析及实际运行,净水厂的反冲洗废水上清液回流至沉淀池,可以有效提高净水厂的原水利用率;底流排至污泥浓缩池与沉淀池污泥合并处理可以减少污染物排放,值得推广应用。

参考文献

- [1]刘辉,许建华.自来水厂排泥水处理的国内外发展概况[J]. *中国给水排水*, 2001, 17(8): 27–29.
- [2]赵斐然.水厂废水水质特征及污染物在流动水体中迁移规律研究[D]. *武汉理工大学*, 2008: 1.
- [3]倪月萍,吴一凡.从钱塘江三江口原水水质分析看水资源保护状况[J]. *城镇供水*, 2011, (3): 65–67.