

试验研究

FBR 工艺应用于污水处理厂工艺提标升级改造

黄袁金

(河源市环境监测站,广东 河源 517000)

摘要: 本文通过对某污水处理厂出水水质的分析,从污水处理厂工艺升级改造方面进行探讨。对各种深度污水处理工艺进行比选,特采用 FBR 工艺进行提标升级改造,提高处理效率,使出水水质全面达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) Ⅲ类标准,更好地改善和补充东江流域内的河道水质,减少排入环境的污染负荷,保护东江原水水质。

关键词: 污水处理;提标改造;FBR 工艺;处理效率

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2016)03-04

ANALYZE UPGRADING OF THE SEWAGE TREATMENT PROCESS USING FBR TECHNOLOGY

HUANG Yuan-jin

(Heyuan Environment Monitoring Station, Guangdong 517000, China)

Abstract: The article tries to analyze upgrading of the Sewage treatment process according to individual treatment tank. Analyzing advanced wastewater treatment techniques, in particular the use of the FBR technology to upgrade the Sewage treatment plant to improving the efficiency of processing. Making all effluent indexes reach surface water Class III water standard of GB3838-2002. To better improve and supplement of river water quality in the Dongjiang basin. This reduce the pollution load of wastewater going into the environment, protecting the Dongjiang water quality.

Key words: wastewater treatment; upgrades; FBR process; the efficiency of processing

现阶段我国已将发展循环经济示范工程、建立再生资源回收利用体系作为一个重要目标。通过某污水处理厂升级改造,经处理达标后全部用于回用,减少排入环境的污染负荷,为地区的社会经济发展提供更好的绿色发展空间,更好地改善和补充流域内的河道水质,同时采用 FBR 工艺在国内外污水处理领域具有创新和示范作用。

1 某生活污水处理厂现状

1.1 简介

某污水厂处理厂工程日处理污水 3 万吨,采用了目前国内较为成熟先进的“微孔曝气氧化沟”

改良型 A²/O 工艺,主要工艺流程由细格栅及沉砂池、改良 A²/O 生物池、二沉池、垂直流人工湿地、接触消毒池、污泥泵房、污泥脱水车间、鼓风机房等组成。对污水进行二级生化处理,经处理后出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级标准(B 标准)和广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准中较严值。二级生化处理出水排入湿地进行深度处理。现拟通过工艺改造,出水水质提升为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) Ⅲ类标准,出水作为生产用水和景观、绿化用水。

1.2 提标改造的途径

污水处理厂的提标改造一般包括水力改造、

设备改造和工艺升级改造,其中污水处理工艺升级改造是提高出水水质的关键。与新建污水处理厂不同,提标改造的工艺选择相对复杂,通常要考虑三个方面:(1)尽量利用原有构筑物,投资少;(2)工艺运行可靠,灵活性强;(3)处理效率高,能耗低^[1]。简而言之,以经济的改造费用和高效低耗的途径来改善污水处理厂的出水水质是实现可持续发展的重要原则^[2]。现主要从污水处理厂工艺升级改造方面进行探讨。

该污水处理厂自建成投产以来,运行平稳,处理效率良好,出水稳定达标,该厂的实际处理情况如表 1 所示:

表 1 2012 年实际进、出水水质(主要指标)

项目	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
进水	194	67	116	13	15	3
出水	18	6.6	10	0.164	3	0.4
去除率(%)	90.7	90.1	91.3	98.7	80	86
执行标准 ^①	40	20	20	8	20	0.5
地表水环境质量标准 (GB3838-2002) 类 标准	20	4	30	1	1	0.2

①注:执行标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级标准(B标准)和广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准中的较严值。

由表 1 可以看出,该污水处理厂出水中 COD_{Cr}、NH₃-N、SS 等指标处理效率非常好,已稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级标准(B标准)和广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准中较严值。出水监测中 TN、TP 尚不能达到《地表水环境质量标准》地表类水质中的相关规定要求,因此,提标过程中主要考虑 TN、TP 两个指标。下面从深度处理工艺方面的改造对该污水处理厂提标的途径进行探讨。

2 污水深度处理工艺简介

2.1 膜分离和臭氧

污水深度处理工艺使用的膜处理技术有微滤、超滤、渗板、纳滤、反渗透和电渗析替代传统工艺中的沉淀过滤单元。膜工艺不仅对常规污染物指标能进行去除,还能对离子及盐类指标进行大量削减,能确保最好的出水水质。但其投资大、运

行、维护费用高。

2.2 生物膜法

生物膜法主要通过生长在填料表面的生物膜来处理废水,在污水中常用的生物处理方法有曝气生物滤池、生物接触氧化法等。该工艺主要降低系统出水的有机物、氨氮、总氮和总磷,视需求而定。生物膜法可将出水的 TN 含量降至极低的水平(10 mg/L 以下)。

2.3 MBR 法

膜-生物反应器(MBR)为膜分离技术与生物处理技术有机结合之新型态废水处理系统。膜生物反应器作为一种高效水处理工艺,具有出水水质好、占地面积少等优点,在污水处理及回用方面有着广阔的应用前景。目前限制 MBR 广泛应用的主要原因是膜组件造价过高^[3],强度较低,使用寿命较短,运行能耗高^[4]。

2.4 人工湿地

人工湿地主要利用土壤、人工介质、植物、微生物的物理、化学、生物三重协调作用,对污水进行处理的一种技术。工艺路线为:二级出水+人工湿地+消毒。本工程已有运用。

3 采用 FBR 工艺处理生活污水

3.1 FBR 综述

无纺布生物反应器(Fabric bioreactor, FBR)废水生态处理技术理念初始于美国,后期由匈牙利 Organica 生态技术有限公司研究开发。国外已在匈牙利、南斯拉夫、奥地利、波兰、法国、英国、捷克等国家建成 300 余套处理规模不等的 FBR 生态污水处理装置,各项出水水质指标达到欧盟排放标准。这项技术主要是引入生态工程技术,将 A²O 与 SBR 工艺技术有机融合,优化组合污水处理中的进水、曝气、沉淀、滗水、闲置等过程。主要应用于生活污水或类似生活污水的有机废水处理工程中。FBR 工艺流程见图 1:污水经过格栅流入调节池调节水质水量,再输送至 FBR 池,进行好氧生化反应,进行碳化、硝化,去除污水中的有机物、氨氮和磷,进行缺氧反硝化除总氮和厌氧除磷,同时投加铝盐进行化学辅助除磷。生化反应处理后的污水在 FBR 池中进行静止沉淀,沉淀完全后将水滗入消毒池后的达标排放。FBR 池沉淀下的污泥经重力浓缩、稳定池好氧稳定、澄清池浓缩后输送至脱水机进行脱水,脱水后的污泥外运处理。

该工艺污水处理构筑物属封闭系统，可大大减缓池内热量的散发，保持污水温度，维持较高的污染物去除效率，在冬季寒冷季节其污染物去除效率也明显高于同类处理装置，确保污水处理效果。同时，系统接种多种植物、动物和微生物，并将庞大的植物根系悬浮在反应器内，为这些动物和微生物提供了一个健康的生长栖息环境，使得形成的生态系统不仅稳定，而且有活力，有助于污染物得到最大限度的降解。FBR 工艺具有占地面积小、全过程水头损失较低、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 及总氮处理效果突出、污泥产生量小、基建投资及运营费用和能耗低等特点^[3]。各类备选工艺比较见表 2。

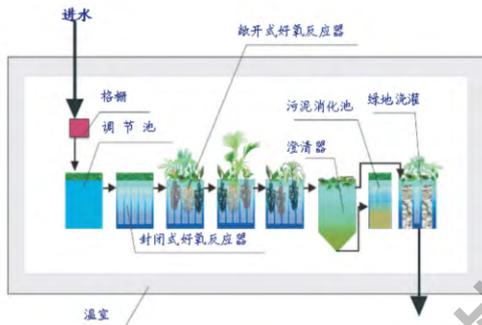


图 1 FBR 工艺流程示意

3.2 运用 FBR 工艺处理生活污水工艺流程及说明

3.2.1 改造后工程工艺流程见图 2

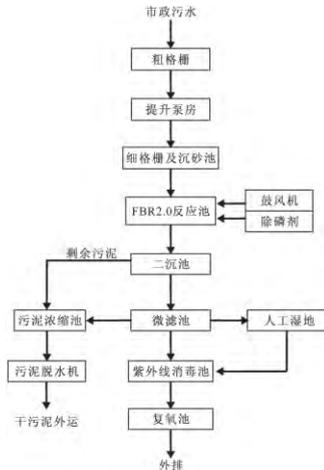


图 2 改造后工艺流程

3.2.2 改造后工艺说明及原理

废水依次流入机械预处理粗格栅、细格栅和沉砂池等装置。然后污水分别流向四组 FBR2.0 反应器，每组 FBR 反应器有 6 个反应池，根据每个池的曝气量不同，形成缺氧和好氧的状态。

第一阶段是缺氧池，池内的氧化还原条件保持缺氧状态对反硝化很重要。缺氧池是上一有氧阶段高浓度硝酸盐污水内循环的终端。这个过程

表 2 备选工艺比较

技术指标	工艺类型	MBR	特效菌接触氧化	人工湿地	FBR 生态技术
出水水质指标		一级 A	一级 B	一级 B	一级 A
系统运行可靠性		可靠	可靠	较差	可靠
管理维护难易程度		难	一般	简单	简单
总体环境效益		一般	一般	好	好
剩余污泥量		一般	较少	较少	一般
污水再生利用的可能性		可直接回用	不能直接利用	强化预处理可回用	可直接回用
除臭难易程度		一般	一般	较难	容易
处理厂景观效果		一般	一般	较好	很好
可否作为生态教育基地		不可以	不可以	可以	可以

中，生物除磷的第二步和最后一步是把硝酸盐转化成氮气，硝酸盐作为有机质分解的电子受体。在悬浮和附着在植物根系和人工载体状态下，反硝化都能起作用。

经过第一个缺氧阶段后，剩下的反应器都需要曝气，污水将经过不同微生物群落。在这需氧阶段主要是有机物和氨氮的降解。需氧有机物降解者和高等生物都能在悬浮和附着状态下起作用，附着的生物膜系统中，捕食性生物占优势地位。

最后的需氧反应器连接一个固液分离处理单

元。固液分离处理单元分两个步骤：第一步为沉淀，第二步是微滤。固液分离处理单元分离了大部分悬浮生物和固体。经过固液分离单元后，污水再经过人工湿地的自然净化，进一步削减污染物负荷。最后通过消毒和复氧，达到处理目标。

固液分离出来的污泥还需进一步的处理，被抽送到重力浓缩池。两个污泥浓缩池同时运行，处理等量的污泥。污泥浓缩的滤出液直接回流到第一个生物反应器。浓缩池产生 2% 干物质的污泥，在污泥脱水机做进一步的脱水处理。在污泥预处

理工艺中,脱水时加入聚合电解质,离心机产生含 25%干物质的污泥,将定期运出污水厂。

4 FBR 生态处理技术特点

FBR 生态处理技术所营造的立体生态系统,较高等和较长生命周期的生物可在生物膜上生长,在运行过程中,微生物在无纺织表面聚集,生成了具有有效拦截作用的动态生物膜;同时无纺织布内部的立体网状结构及大量的空隙又为微生物的生长提供了良好的栖息点,使得无纺织布本身具有物理和生物双重拦截作用^[5],这样一个复杂的生态系统的形成能够分解更多类型的有机物。这项技术最大的优势是除磷脱氮效果好。主要技术特点包括:

1)具有极优的脱氮除磷效果,处理后总氮、总磷指标可达到地表水Ⅲ类(GB3838)水质要求。FBR 优良的硝化作用得益于无纺织高效的泥水分离作用,使世代时间较长的硝化菌在反应器中累积,不断富集的硝化菌完成了氨氮的硝化过程。所以 FBR 与 MBR 类似,系统对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效果易受生物反应器处理效果影响^[6]。FBR 可选择当地脱氮除磷效果好的水生植物,污水通过污水泵输送至 FBR 池,进行好氧生化反应,进行碳化、硝化,去除污水中的有机物、氨氮和磷,进行缺氧反硝化除总氮和厌氧除磷,同时投加铝盐进行化学辅助除磷。

2)提高生物降解性能,出水水质可全面达标。FBR 生态处理技术污染物去除效率高,出水水质全面达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级标准 A 标准,以及《再生水水质标准》(SL368-2008)、《城市杂用水水质标准》(GB/T18920-2002)以及《城市污水再生利用 景观环境用水水质》(GB/T18921-2002)要求,出水可直接作为生态景观补充水、绿化冲厕用水等,也可根据处理目的的要求,提高处理标准至地表水Ⅲ类、Ⅳ类标准。

3)设施造型美观,生态环境优美,符合循环经济、生态经济的理念。

4)污水处理站内置有生物除臭设施,除臭效果好,无需建设专门除臭装置。

5)保温效果好,冬季处理效果有保证。

6)运行费用较低,设施布置紧凑,占地面积小,吨水处理占地面积 $\leq 0.5 \text{ m}^2$ 。

7)通过优选挺水植物将污水处理过程中产生的二氧化碳转换成氧气,率先实现污水处理过程中的碳减排。

5 结语

随着我国对环境污染治理的日益重视,污水处理程度不断提高已成为必然的发展趋势,该污水处理厂正是在这样的形势下面临着提标改造的问题。针对原有处理工艺进行,优先考虑利用原有处理构筑物,改进处理效果,减少排入环境的污染负荷,出水水质全面达到《地表水环境质量标准》Ⅲ类水质中的要求,保护东江原水水质。

1)充分利用原 A^2/O 处理构筑物,适当改造管道,尽量减少土建工程,节省成本,确定了 FBR 处理工艺是最佳改造途径。

2)以改造现有构筑为主,将生物池增设生物填料和水生植物,改造为 FBR 池,增设微滤池,紫外线消毒池等。

3)对含有高浓度 TP 的污泥脱水清液进行收集和集中化学除磷,避免回流进处理系统,影响除磷效果,进而影响出水达标。

参考文献

- [1]张辰,谭学军.城镇污水处理厂升级改造问题探讨,2008年给水厂污水厂运行与管理及升级改造高级研讨会论文集.
- [2]王佳伟,李伟等.利用活性初沉池发酵改善进水水质与强化生物脱氮生产性试验,全国城镇污水处理厂除磷脱氮及深度处理技术交流大会论文集,2010.
- [3]张全忠,韩春梅.膜生物反应器的应用现状及存在的问题[J].环境科学与管理,2005,30(4):42-46.
- [4]孟凡生,王业耀.膜生物反应器在我国的研究发展展望[J].水资源保护,2005,21(4):1-3.
- [5]陈骋.污水生态处理技术 FBR 应用浅析[J].黑龙江科技信息,2015,12:87.
- [6]程恒卫,张景成,张彦平,王燕妮.FBR 工艺处理生活污水试验研究[J].水处理技术,2008,(12),34(12):75.

(上接第 37 页)

[3]任亮,水解-接触氧化-UF-RO 工艺处理印染废水及回用工程[J].水处理技术,2012,38(7):119-121.

[4]叶舟,王敏.超滤/反渗透双膜法处理印染废水及其回用工程应

用[J].环境工程,2011,29(6):128-131.

[5]仲惟雷,彭立新,余锋智,等.反渗透技术在印染废水回用中的应用[J].工业水处理,2012,32(7):87-89.