

DOI: 10.3969/j.issn.1004-6933.2012.06.018

库尔勒市氧化塘工艺处理效果及相应改进措施

沈 志¹, 安海燕¹, 康 宏¹, 徐 涛¹, 郑晓英², 许 航²

(1. 新疆维吾尔自治区环境监测总站, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 河海大学环境学院, 江苏 南京 210098)

摘要:以新疆库尔勒城区某氧化塘为研究对象,分析氧化塘对 COD、BOD₅、NH₃-N、TN 和 TP 的处理效果。结果表明:2009 年,该氧化塘对 COD、BOD₅、NH₃-N、TN 和 TP 最高去除率分别为 72.2%、67.1%、12.1%、14.5% 和 39.3%。针对 2006—2010 年该氧化塘系统进水中主要污染物质量浓度逐年上升,出水中主要污染物质量浓度也随之上升,且水质随季节变化波动较大,冬季出水部分水质指标不能确保达标,氧化塘内积累了大量污泥,经常发生底质恶化的现象,建议增加污水预处理设施,改进现行氧化塘处理工艺,冬季增加保温措施等,以提高氧化塘污水处理效果,改善氧化塘出水水质。

关键词:氧化塘;污水处理;处理效果;库尔勒市

中图分类号:X703 文献标志码:A 文章编号:1004-6933(2012)06-0081-05

Treatment efficiency and improvable techniques of oxidation pond processes in Korla City

SHEN Zhi¹, AN Hai-yan¹, KANG Hong¹, XU Tao¹, ZHENG Xiao-ying², XU Hang²

(1. Xinjiang Environmental Monitoring Center Station, Urumqi 830011, China;

2. College of Environment, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: The removal rates of COD, BOD₅, NH₃-N, TN, and TP through oxidation pond treatment were investigated in an oxidation pond in Korla City, in Xinjiang. The results show that the highest removal rates of COD, BOD₅, NH₃-N, TN, and TP in the oxidation pond system were 72.2%, 67.1%, 12.1%, 14.5%, and 39.3%, respectively, in 2009. Statistics show that the influent concentrations of the pollutants increased gradually from 2006 to 2010. Correspondingly, the effluent concentrations of the pollutants were higher than before. In addition, seasonal fluctuation was detected in the effluent, and part of the indices of the effluent in winter could not satisfy the discharge standard. Field research shows that sediment deterioration occurred frequently due to massive accumulated sludge in the oxidation pond. It is suggested that techniques such as adding pre-treatment facilities, strengthening the existing process of oxidation ponds, and enhancing heat preservation in winter should be utilized to improve the treatment efficiency and effluent quality.

Key words: oxidation pond; wastewater treatment; treatment efficiency; Korla City

当城镇无法从本区域找到合适水源,且又无法从别的区域调水时,城镇生活污水的再生回用成为解决水资源短缺问题的有效途径之一^[1]。但传统的污水处理回用技术投资成本大,运行费用高,即使在经济发达的地区也存在着“建得起,养不起”的问题,因此,需要寻求一种处理方法简单、投资少、运行费用低的处理工艺^[2-5]。采用氧化塘工艺处理城市和工业废水,具有投资省、运转费用低、性能稳定、管

理方便,能有效去除多种难降解有机物的优点。氧化塘工艺比二级生物处理技术节省基础设施建设投资 1/5 ~ 1/3,运行维修费用仅为二级生物处理技术的 1/20 ~ 1/10^[6]。经稳定塘处理后的出水,一般能够达到农业灌溉用水的水质标准,并可充分利用污水的有机物和营养物资源来灌溉农作物。但污水在稳定塘停留的时间长,热损耗大,故冬季污水处理效果下降的问题比其他生物处理工艺更为突出。国内

外解决这个问题的通行办法是采用“冬储夏排”,即在整个冬季稳定塘只起污水库的作用,只进水不出水,待来年气温回升后再向外排放^[7]。

新疆维吾尔自治区(以下简称新疆)城镇污水处理厂共 80 座,其中二级污水处理厂 20 座,氧化塘 60 座(包括加强型氧化塘 6 座,坑塘型氧化塘 54 座)。氧化塘工艺在新疆地区污水处理中应用广泛,污水经过氧化塘处理后排入自然沟洼地,或自然渗漏,或蒸发,或进入灌区。本研究以新疆地区目前最大的一座氧化塘处理系统——库尔勒市氧化塘处理系统为例,分析该塘 2006—2010 年近 5 a 的污水处理效果,并结合该塘相关问题,提出相应技术改进措施,以期为新疆地区氧化塘的设计和运行维护提供参考。

1 氧化塘工艺介绍

库尔勒市新城区某氧化塘的设计规模为 15 万 m³/d,排水干管总长 53.19 km,总有效容积为 1 040 万 m³,主要为库尔勒新城区和高新技术产业开发区服务,是目前新疆最大的一座氧化塘。该氧化塘处理的污水主要来源于新疆博湖苇业有限责任公司、新疆泰昌公司浆粕厂、新疆富利达股份有限公司、新疆富伦化纤有限公司的工业废水和库尔勒新城区的生活污水,其中生活污水占 20%,工业污水占 80%。经氧化塘处理后的污水主要用于下游 3 400 hm² 的育林灌溉。

氧化塘工艺流程是:城市生活污水和氧化塘周边的工业废水自格栅间流入沉沙池,由污水泵抽入厌氧塘处理,厌氧塘出水入Ⅲ级兼性塘进行处理,见图 1。

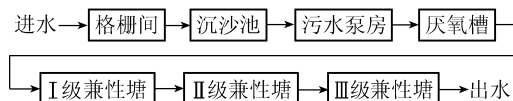


图 1 氧化塘工艺流程图

1.1 格栅间

格栅间尺寸为 9.0 m×6.0 m×5.5 m,砖混结构。格栅间主要设置弧形格栅 2 套,间隙为 20 mm,宽度为 1 000 mm。为核算污水处理运行指标,设巴氏计量槽 1 套。

1.2 圆形沉沙池

设置 2 座圆形沉沙池,尺寸为直径 4.5 m,高 3.5 m,钢混结构。沉沙池又名比氏沉沙池或钟式沉沙池,其除沙效率高,有机物带出量少,污水停留时间为 60 s,有效水深 1.5 m。设置沉沙池、吸沙装置及螺旋式沙水分离器 2 套。

1.3 塘区部分

1.3.1 厌氧塘(4 座)

厌氧塘是以厌氧微生物为主的污水处理构筑

物,主要设计参数:有效水深 3.5 m,污水停留时间 7 d,单位面积 BOD₅ 负荷为 2.8 g/(m²·d),有机物去除率为 40%,每组厌氧塘平面尺寸为 220 m×120 m,每组池底设置污泥分隔墙,分段进出水。

1.3.2 兼性塘(4 座)

兼性塘是以兼性微生物为主的污水处理构筑物,运行方式按结冰期与非结冰期两种方式进行。主要设计参数:有效水深 2.0~2.5 m,污水停留时间 20 d,单位面积 BOD₅ 负荷 9.3 kg/(m²·d),有机物去除率为 70%,每组兼性塘平面尺寸为:Ⅰ级兼性塘 214 m×204 m,Ⅱ级和Ⅲ级兼性塘 211 m×171 m。每组兼性塘池底设置污泥分隔墙,分段进出水。

2 氧化塘处理效果

2.1 对 COD 和 BOD₅ 的去除

由图 2(a)可知,从 2006 年开始,氧化塘进水中 COD 的质量浓度逐年升高:2006 年进水 COD 的平均质量浓度为 357.9 mg/L,到 2010 年达到 623.7 mg/L,超出设计范围。出水中的 COD 质量浓度也随之升高,2010 年为 234.5 mg/L,超出排放标准。从 2006—2010 年 BOD₅ 质量浓度的变化情况(图 2(b))可发现,进水中 BOD₅ 的质量浓度并未出现升高的趋势,一直在 145.9~202.6 mg/L 之间。由此可见,进水中有机物质量浓度升高,但水中可生物降解的有机物部分并没有升高。根据巴州环境监测站 2009 年的监

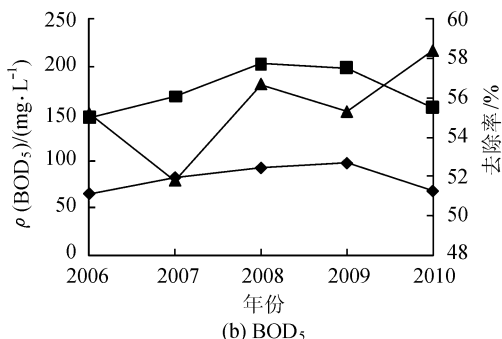
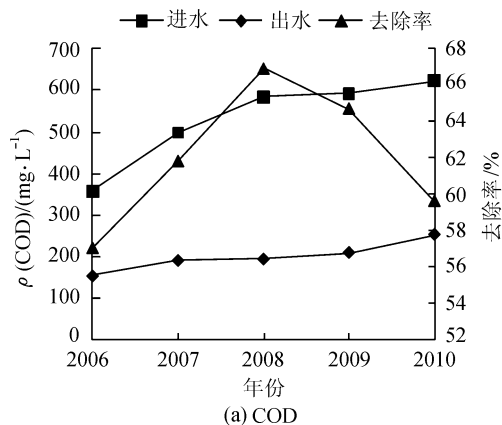


图 2 2006—2010 年氧化塘对 COD 和 BOD₅ 的处理效果

测结果,随着库尔勒经济的迅速发展,进入该氧化塘的废水中的COD质量浓度为586 mg/L。该氧化塘年处理废水量为2678万t,其中生活污水仅有535.60万t,约占处理水量的20%;而工业废水年处理量为2142.40万t,约占处理水量的80%,远远超出氧化塘起始设计的承受范围。

图3(a)为该氧化塘2009年COD质量浓度和去除率的变化数据,进水中COD的质量浓度在1月份最高,为767 mg/L;在9月份最低,为478 mg/L;9月份COD的去除率最高,为72.2%,3月份COD的去除率最低,为55.1%。图3(b)为2009年BOD₅质量浓度和去除率的变化数据,进水中BOD₅的质量浓度在1月份最高,为239 mg/L;在11月份最低,为159 mg/L;9月份BOD₅的去除率最高,为67.1%;1月份BOD₅的去除率最低,为33.9%。从COD和BOD₅的去除率来看,夏季5—9月最高,冬季低温期去除率不高,废水处理效果不好。BOD₅的去除通常由有机颗粒沉降、表面吸附、微生物降解等多种过程的共同作用完成,因此BOD₅的去除率受季节变化的影响较为明显^[8-9]。

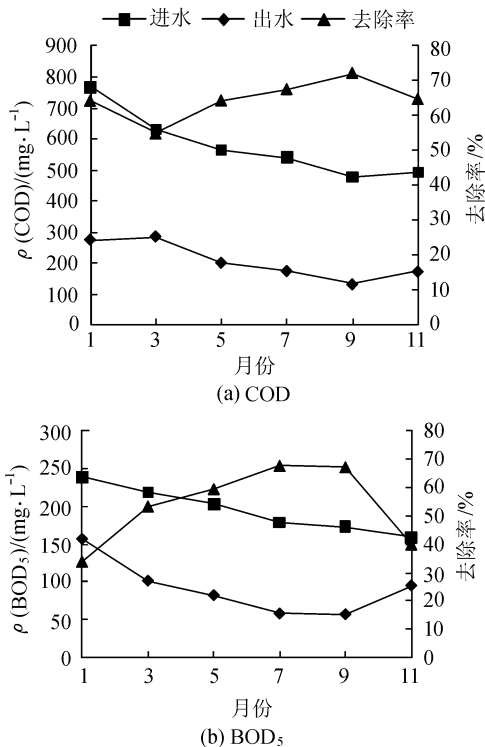


图3 2009年氧化塘对COD和BOD₅的处理效果

2.2 对NH₃-N和TN的去除

2.2.1 对NH₃-N的去除

从图4可以看出,2006—2010年该氧化塘进水中的NH₃-N质量浓度波动不大,在49.6~61.7 mg/L之间,出水中的NH₃-N质量浓度在44~56.6 mg/L之间,去除率整体上呈下降趋势,2010年平均NH₃-N去

除率仅有4.3%。从图5可知,2009年NH₃-N的质量浓度在9月份最高,为68.7 mg/L;在3月份最低,为51.2 mg/L;9月份NH₃-N的去除率最高,为12.1%,3—7月出现出水中NH₃-N质量浓度比进水高的现象,其中7月份出水中的NH₃-N质量浓度比进水中的NH₃-N质量浓度上升了5.5%。

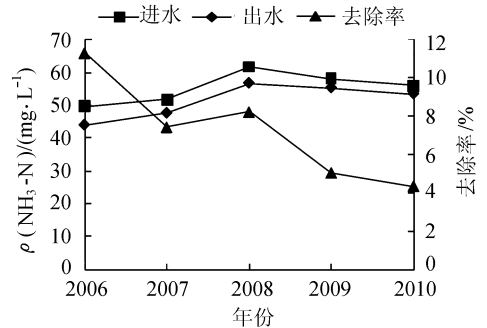


图4 2006—2010年氧化塘对NH₃-N的处理情况

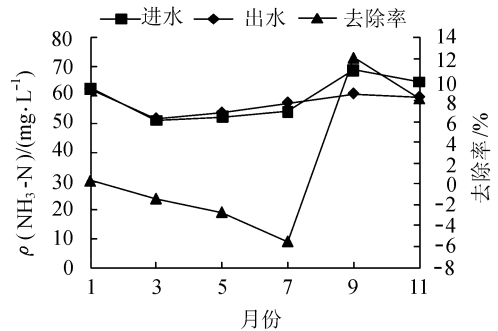


图5 2009年氧化塘对NH₃-N的处理情况

2.2.2 对TN的去除

2006—2010年,氧化塘进水中TN的质量浓度在61.3~69.1 mg/L之间,出水中TN的质量浓度在58.2~61.8 mg/L之间,去除率在6%左右(图6)。图7为2009年该氧化塘对TN的处理情况,11月份进水中的TN质量浓度最高,为79.6 mg/L;3月份最低,为58.6 mg/L;9月份TN的去除率最高,为14.5%;7月份出水中TN的质量浓度比进水中TN的质量浓度高2.9%。

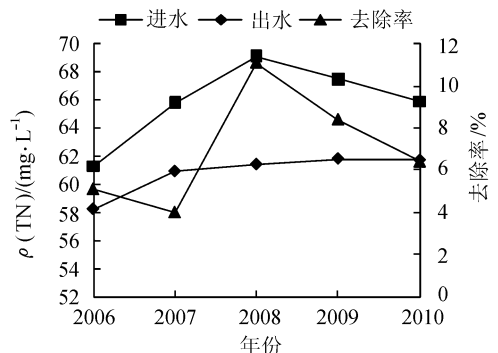


图6 2006—2010年氧化塘对TN的处理情况

该氧化塘整体上对NH₃-N和TN的去除率不

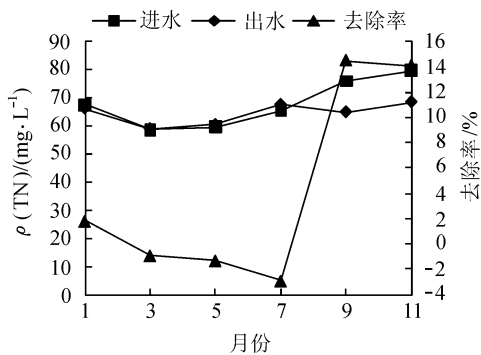


图7 2009年氧化塘对TN的处理情况

高,甚至出现出水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 的质量浓度会升高的现象。分析认为,主要是该氧化塘底部沉积了大量污泥,特别是水生植物在秋、冬腐烂时向氧化塘内释放营养物^[10-11],而且由于冬季污染物的累积,氧化塘内水体颜色较深,影响植物的光合作用,导致池内供氧不足,硝化反应不充分(即使在碳源充足的情况下,也很难完成反硝化反应),导致氧化塘对 TN 的去除也不理想^[12]。

2.3 对 TP 的去除

2006—2010年,该氧化塘进水中 TP 的质量浓度在 6.5~7.9 mg/L 之间,出水中 TP 的质量浓度在 5.9~7.1 mg/L 之间,对 TP 的去除率在 10% 左右(图 8)。2009 年进水中 TP 的质量浓度在 9 月份最高,为 8.61 mg/L;在 7 月份最低,为 6.03 mg/L;9 月份 TP 的去除率最高,为 39.3%;7 月份出水中 TP 的质量浓度比进水中 TP 的质量浓度上升了 18.6%(图 9)。

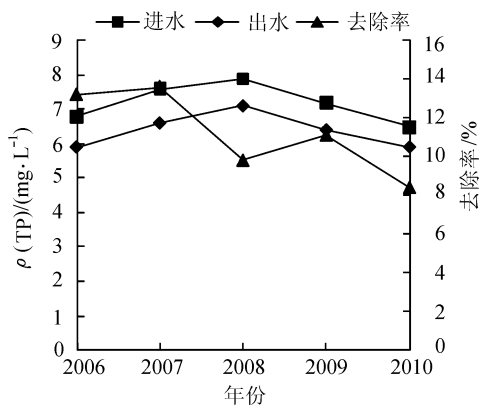


图8 2006—2010年氧化塘对TP的处理情况

氧化塘运行过程中,水中的悬浮固体将产生污泥蓄积,这个问题若不能很好解决,会导致氧化塘容积减少,净化效率降低,甚至不能正常运行的后果。我国大多数城市污水中挥发性悬浮固体成分所占比例较少(约为 55% 左右,中小城镇一般低于 50%,而国外可达 75% 以上),其原因是城市的植被覆盖率低,地面的尘土、垃圾等在风力和降雨的冲刷作用下,大量进入排水管道及沟渠中,最终流入氧化塘系

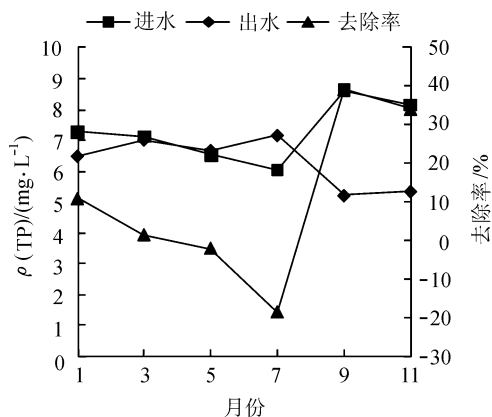


图9 2009年氧化塘对TP的处理情况

统,致使氧化塘普遍存在污泥蓄积速度较快、塘龄较短的问题。

从对库尔勒市新城区某氧化塘的监测数据可以看出,部分时期出水中氮、磷的质量浓度比进水中氮、磷的质量浓度高,反映出塘内积累了大量污泥,内源释放的问题较突出。氧化塘池底有机物含量远远高于水中溶解性有机物含量,导致氧化塘底质经常发生恶化的现象,尤其多年未清塘的氧化塘,由于淤泥过多,氧化分解消耗掉氧化塘底层本来并不多的氧气,造成氧化塘底部呈缺氧/厌氧状态。在此情况下,厌氧性细菌大量繁殖,有机质厌氧发酵,产生很多还原性中间产物,导致特别是夏季兼性塘附近有难闻的异味^[13]。加上新疆风沙较多,长期积累的风沙使氧化塘有效容积减少。设计的厌氧塘污水停留时间为 7 d,兼性塘设计的污水停留时间为 20 d,而厌氧塘满负荷运行时污水停留时间为 4 d 左右,兼性塘污水停留时间为 14 d 左右,这也是影响该氧化塘污水处理效果的主要因素^[14]。

3 改进措施

由于进入该氧化塘的废水 80% 以上是工业废水(主要是新疆博湖苇业和新疆泰昌公司浆粕厂污水),进水中污染物质量浓度严重超标,超过《污水进入城市下管道水质标准》近 10 倍,使氧化塘长期超负荷运行,氧化塘处理后的出水水质严重超标,无法综合利用,并已对该区域地表水和地下水造成一定程度的污染。因此,首先应该加强环境监督与管理,要求各企业增设污水预处理设施,使其出水水质满足污水进网要求。同时,针对该氧化塘存在工业废水过多、积泥严重和散发臭味等问题,可结合排水现状,通过增加污水预处理设施、改进现行氧化塘工艺、冬季增加保温措施等手段,提高出水水质。

3.1 改进厌氧塘污水处理技术

厌氧塘底部污泥中存在大量厌氧菌、兼氧菌及

产甲烷菌的菌胶团和真菌、原生动物,使污泥易厌氧分解。可在塘内水中投放纤维填料床,以扩大微生物栖息场所,增加微生物与污水的接触机会,强化生物絮凝、吸附和分解等过程,进一步去除水中溶解性和胶态有机物。

3.2 改进兼性塘污水处理技术

可在兼性塘中增设曝气装置和回流设施。在兼性塘中增设曝气装置,可提高水中的溶解氧。氧化塘中溶解氧的主要来源包括光合作用下水中藻类放氧和大气通过气水界面向塘中复氧。白天日照时,水体上层的藻类通过光合作用产氧,而夜晚时藻类光合作用停止,溶解氧达到最低点。另外,当气温低时,水生植物生长缓慢,光合作用速率降低,其相应的产氧速率下降,严重影响塘中溶解氧浓度的升高。所以兼性塘溶解氧有随水深变化、昼夜变化、季节变化而变化的特点,且变化幅度较大。兼性塘在冬季和夜晚由于溶解氧低,废水处理效果明显下降。增设曝气装置后,可以保证水中有较为稳定的溶解氧浓度,从而能使兼性塘保持较好的废水处理效果。同时,将曝气设备置于串联兼性塘的第I、II级塘内,创造良好的好氧环境,以有利于微生物快速降解有机物。增氧后的混合液进入后续兼性塘,有利于兼性塘中水生植物及藻类的繁殖,发挥菌藻共生系统的降解功能。通过增设回流污水管道,可稀释进水中污染物浓度,而增设曝气装置可使水中保持较高的溶解氧,这些措施能较好解决氧化塘越冬的问题。

在兼性塘分层种植水生植物,可增强兼性塘的生态净化能力。许多水生植物具有良好的摄取氮、磷营养成分的能力,可较好处理城市的高浓度氮磷污(废)水。在兼性塘的水层内部种植沉水植物金鱼藻,表层种植风眼莲,深水种植水葫芦,可充分发挥水生植物的协同代谢作用,达到去除污染物的目的。据文献[15]报道,水生植物风眼莲对污水的净化效率很高,水葫芦根系特别发达,悬浮水中达20~30 cm,是很好的吸附和固定微生物的生物载体。在兼性塘内分层种植水生植物,可形成空间净化群体,增强生物吸附、富集和净化能力。定期捞取水生植物,还可以将其作为肥料或饲料。

3.3 增加冬季保温措施

温度对氧化塘的污水处理效果影响很大。为了保证寒冷地区氧化塘正常运行,可将农用塑料大棚作为氧化塘保温设施,在塑料大棚内可利用污水的余热保温。

4 结 语

2006—2010年,库尔勒城区氧化塘系统进水中主要污染物质量浓度逐年上升,出水中主要污染物质量浓度也随之上升,且出水水质随季节波动较大,冬季出水的部分水质指标不能确保达标。2009年该氧化塘对COD、BOD₅、NH₃-N、TN和TP的最高去除率分别为72.2%、67.1%、12.1%、14.5%和39.3%。针对氧化塘内积累大量污泥,经常发生底质恶化现象,建议通过增加污水预处理设施、改进现行氧化塘处理工艺、冬季增加氧化塘保温措施等手段,以提高氧化塘污水处理效果,改善氧化塘出水水质。

参考文献:

- [1] 许航,程士俊,朱正鸿,等. 生活污水分散处理再生利用[J]. 江苏环境科技,2007,12(1):87-89.
- [2] 赵安娜,冯慕华,郭萧,等. 沉水植物氧化塘对污水厂尾水深度净化效果与机制的小试研究[J]. 湖泊科学,2010,22(4):538-544.
- [3] MARA D. Water stabilization ponds past present and future[J]. Desalination and Water Treatment, 2009, 4: 85-88.
- [4] PIOCT B, ANDRIANARISON T, OLIKNUK D P, et al. Nitrogen removal in wastewater stabilization ponds[J]. Desalination and Water Treatment, 2009, 4: 103-110.
- [5] 曾悦,洪华生,田燕,等. 南方山地丘陵区规模畜禽养殖对水环境影响及评价[J]. 水资源保护,2010,26(5):45-49.
- [6] 徐亚东,王超,王沛芳,等. 氧化塘-人工湿地塘床系统处理造纸废水应用研究[J]. 河海大学学报:自然科学版,2005,33(4):382-385.
- [7] 白晓慧,王宝贞,秦晓荃. 稳定塘系统与城镇污水资源化[J]. 西北水资源与水工程,1998,9(2):20-24.
- [8] SHU T, BIN L. Water soluble organic carbon and its measurement in soil and sediment [J]. Water Research, 2000, 5(34): 1751-1755.
- [9] CRAGGS R J, TANNER C C, SUKIAS J P S. Dairy farm wastewater treatment by an advanced pond system [J]. Water Supply, 2003, 3(4):193-200.
- [10] 陈见,谢从新,何绪刚,等. 冬季苦草分解速率及营养盐释放规律研究[J]. 水生态学杂志,2011,32(2):57-60.
- [11] 叶春,王博. 沉水植物黑藻早期分解过程研究[J]. 中国农学通报,2009,25(17):260-264.
- [12] 周晏敏,刘哲人,强建华,等. 底泥、菌泥对农田土壤微生物区系的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2002,10(3):93-94.
- [13] 许保玖,龙腾锐. 当代给水与废水处理原理[M]. 2版. 北京:高等教育出版社,2000:19-20.
- [14] 刘建江. 蘑菇湖水库水环境现状及保护对策[J]. 水资源保护,2005,21(3):19-21.
- [15] 白峰青,郑丙辉,田自强. 水生植物在水污染控制中的生态效应[J]. 环境科学与技术,2004,27(4):99-101.

(收稿日期:2011-10-14 编辑:彭桃英)