

The Odor Analysis and Treatment Methods of the Sewage Treatment Plant in Karamay Southern Suburbs

Shengbo Shi, Bingwei Liu, Lei Tang, Yin Wang, Jie Hao

Karamay City Drainage Management Office, Karamay
Email: shishengbo@klmy.gov.cn

Received: Jul. 23rd, 2014; revised: Aug. 25th, 2014; accepted: Sep. 2nd, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Based on current situation of sewage treatment plant in the southern suburbs of Karamay City, this paper analyzed the reasons of odor produced from process and structural characteristics, and the impact of odor on the surrounding environment; combined with the current commonly used deodorant measures, it proposed corresponding improvement measures, and achieved good results. The outcome can be regarded as a reference to the same process in the sewage treatment plant to solve the odor problem.

Keywords

Odor Source, Environmental Impact, Optimization Scheme

克拉玛依市南郊污水处理厂 臭味分析及治理措施

史胜波, 刘兵伟, 汤磊, 王银, 郝杰

克拉玛依市排水管理处, 克拉玛依
Email: shishengbo@klmy.gov.cn

收稿日期: 2014年7月23日; 修回日期: 2014年8月25日; 录用日期: 2014年9月2日

摘要

本文从克拉玛依市南郊污水处理厂着手，分析了工艺特点和结构特点所产生臭味的原因和臭味对周围环境的影响，并对目前国内常用的除臭措施进行了梳理，提出了具有针对性的改进措施，为同类工艺污水处理厂解决臭味问题提供了参考。

关键词

恶臭来源，环境影响，优化方案

1. 引言

克拉玛依市南郊污水处理厂位于市区纬一路以北、迎宾路以西，紧邻克拉玛依会展中心、大学城、火车站、高品质住宅区等城市商业、教育、交通、居住等重点区域。近年来，南郊污水处理厂在生产运行中产生的臭味对周边环境造成了一定影响，急需治理解决。对南郊污水处理厂存在的臭气问题，本文进行了全面分析，梳理查找了产生的原因，提出了几种成熟有效的治理措施，为污水处理厂消除臭味提供了参考。

南郊污水处理厂占地面积 9.9 公顷，采用 Orbal 氧化沟工艺[1]日处理污水 10 万米。进厂污水经过粗细格栅、旋流沉沙池、砂水分离室、氧化沟、二沉池、消毒间、外输泵房达到国家二级标准后排至中拐苇湖湿地。在污水处理环节中从二沉池分离出来的污泥，一部分由污泥回流泵房提升至氧化沟维持泥量，另一部分经污泥浓缩池浓缩，再经离心脱水后，运至指定填埋场进行填埋处理如图 1。

近年来，南郊污水处理厂为了控制臭味[2]格栅间、砂渣处理间、回流泵房、污泥浓缩池及脱水间加装了除臭系统，通过喷淋植物液来消减臭味，但臭味问题并没有得到彻底解决，特别是近两年，臭味问题更加突出，对生产生活造成了一定影响。经初步分析，南郊污水处理厂生产过程中产生的臭味主要以挥发性有机物以及硫化氢、甲硫醇、氨等恶臭物质为主，可以通过呼吸、接触及水和食物等途径进入人体，会引起呼吸系统、循环系统、消化系统、内分泌系统以及神经系统等疾病，而且长期恶臭刺激会引起人的感觉疲劳，增加人们的心理压力。同时臭味具有一定的酸性、腐蚀性，还会腐蚀厂区内的污水处理、电气自动化等相关设备，这也是污水处理厂内设备维修频率较高的又一原因。

2. 臭味来源及产生原因

2.1. 污水处理环节产生臭味

南郊污水处理厂污水处理的主要环节为粗细格栅、旋流沉沙池、砂水分离室、氧化沟、二沉池、消毒间、外输泵房，其中氧化沟核心处理工艺之后的二沉池、消毒间、外输泵房为污水处理末端，原则上水质已基本达到二级排放标准，不是臭味产生的主要环节[3]。氧化沟及之前的粗细格栅、旋流沉沙池、砂水分离室等环节都会产生臭味，由于旋流沉沙池在室外，加之流速较快，所以臭味产生较少，在污水处理环节，臭味主要是粗细格栅、砂水分离室和氧化沟环节产生。

粗细格栅间产生臭味主要有两方面因素。一方面是市区污水经过 174 公里长的排水管网流至南郊污水处理厂，在管道运输过程中厌氧产生高浓度硫化氢等恶臭气体，进厂后在格栅间释放出来产生臭味；另一方面是格栅处产生的栅渣、沉积物及格栅间垃圾斗内的杂物腐烂变质产生恶臭。冬季格栅间平均每两天产生一斗垃圾清倒一次，夏季平均每天产生一斗垃圾并清倒一次，由于夏季气温较高，足以使垃圾

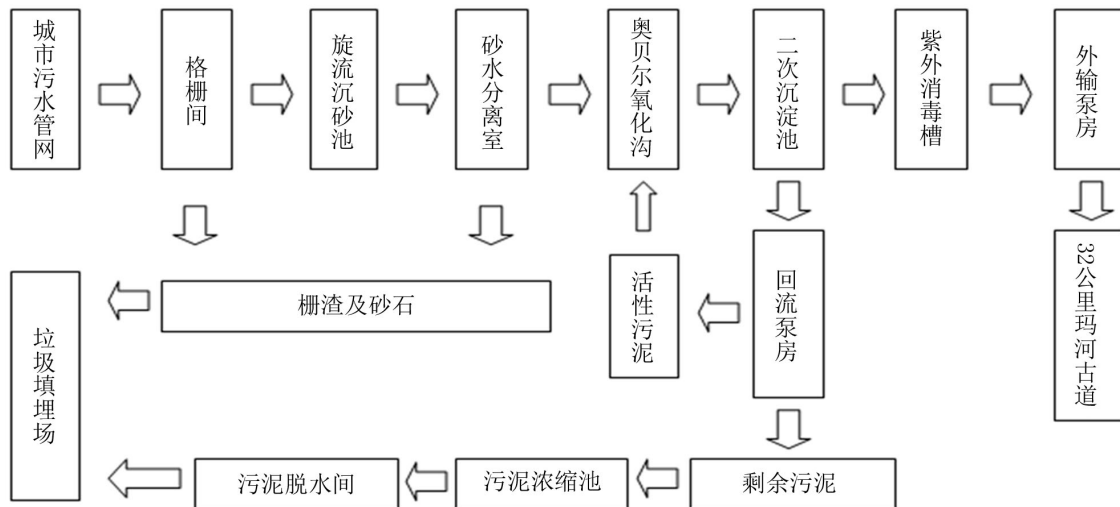


Figure 1. The process of the sewage treatment plant in the southern suburbs

图 1. 南郊污水处理厂工艺流程图

斗内的杂物进一步发酵，更加重了格栅间的臭味浓度。

砂水分离室产生的臭味主要是分离出的砂渣腐烂变质产生。现砂渣收集后运送至格栅间垃圾斗内，由于砂渣处理间内不存放垃圾，小车接满既倒到格栅间垃圾斗内，所以臭味浓度较低。

氧化沟工艺在运行过程中具有缺氧、好养交替出现的特点。如果污泥泥量、溶解氧等工艺控制调整不到位，有机物未完全分解，将产生氨气、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、胺类、有机硫化物、粪臭素等臭味气体。由于南郊污水处理厂建厂时间较早，氧化沟为敞开式结构，在未密闭的情况下暴露水面较大，具有较大的气液表面，为臭气的发挥创造了良好条件。

2.2. 污泥处理环节产生臭味

南郊污水处理厂二沉池分离出来的活性污泥，一部分回流至氧化沟，保证曝气池有足够的微生物浓度。另一部分剩余污泥送至污泥浓缩池。如污泥回流比控制不到位，将直接影响氧化沟的好氧、厌氧处理，在氧化沟处产生臭味[4]。另一部分至污泥浓缩池。南郊污水处理厂共 3 座污泥浓缩池，每座直径 14 米，都设置在室内。根据技术要求，浓缩污泥的含水率要控制在 97%~98%之间，在连续排泥不能保证浓缩污泥含水率时，可以采用间歇排泥，如未能精确控制好间歇时间，使污泥在池内停留时间过长，容易引起厌氧发酵，造成污泥上浮，并大量产生硫化氢等恶臭气体[5]，这是污泥浓缩池产生臭气的重要原因。

2.3. 臭味原因分析

南郊污水处理厂是生产运行单位，对生产过程控制不到位也将产生臭味，加之设计建设时间较早，没有有效的臭味收集处理装置，在一定程度上造成了臭味的扩散。

一是工艺调整不及时[6]。根据氧化沟技术指标，混合液悬浮物浓度 MLSS 要控制在 4000 mg/l 左右，氧化沟污泥沉降比 SV%控制在 40%左右，溶解氧含量由氧化沟的外、中、内沟分别控制在 0.1 和 2 mg/l 左右，氧化沟污泥龄控制在 8 d~15 d 左右。目前，南郊污水处理厂自控设施基本处于停运状态，工艺调整主要依托水质分析进行人工控制调整。现水质化验每天进行一次，工艺调整最快每天调整一次，无法对核心工艺进行实时监控调整，始终使氧化沟处于亚健康状态，造成一定程度臭味的产生。同时在污泥控制环节，应严格控制浓缩污泥含水率在 97%~98%，并防止因污泥停留时间过长导致厌氧发酵作用，一

且需要间歇排泥，间隔时间应控制在 8 小时左右。根据南郊污水处理厂冬季每 2~3 天产出一斗污泥，夏季每天产出一斗污泥，从污泥产出量和脱泥频率来看，存在排泥的时间控制不够精确，污泥停留时间过长等问题，导致污泥浓缩池产生大量臭气。

二是设备维护保养不到位[7]。设备完好率是污水处理厂稳定生产运行的重要保证。一旦设备出现大面积停运，将对工艺运行会造成极大影响，也进一步加剧了臭气的生产扩散。南郊污水处理厂格栅机故障频率过高，停运时间过长，导致大量垃圾杂质淤积无法及时清理，产生大量臭气。同时，氧化沟曝气转碟、排放泵和旋流沉砂池管线、污泥离心脱水机等相关设备均出现过故障问题，加之工艺调整不及时，更加剧了臭味的产生。

三是建设初期防臭设施不完善[8]。南郊污水处理厂 2001 年建厂投运时，未充分考虑除臭设施，氧化沟未施加盖板，未设置其他有效除臭设施。后期技术升级改造时，在格栅间、回流泵房和污泥浓缩池等工段只增设了植物液喷淋除臭设备，氧化沟等重点工段未安装除臭设施，与厂区面积相比覆盖面较小，臭气产生的重点部位未实现全覆盖，加之植物液除臭主要为分散就地治理，臭气的分解吸收作用有限，未从臭气产生、扩散的源头进行整理，治标不治本，所以除臭效果不明显。

3. 南郊污水厂除臭综合治理方法与治理效果

3.1. 除臭方法分析

目前常用的除臭方法有物理除臭和化学除臭，主要有以下几种方式：

一是物理除臭法[9]，包括水清洗和化学除臭法，活性炭吸附法，催化型活性炭法和燃烧法。

二是化学除臭法[10]。化学法主要有化学吸收法、臭氧氧化法、遮蔽剂法、生物脱臭法、填充式生物脱臭法等处理工艺。各除臭方法的优缺点可参考表 1 常用除臭方法：

3.2. 南郊污水厂除臭综合治理方法

克拉玛依市冬季气温寒冷，且南郊污水处理厂厂区面积已相对固定，从除臭方法分析中可以看出，湿式吸收氧化法[11]具有处理气量大，浓度高，操作稳定，效率高和占地面积小等优点，应该作为南郊污水处理厂除臭技术的首要选择，设置除臭装置就要建设臭气收集系统，将氧化沟、污泥脱水间、格栅间等工段内的臭气集中收集到湿式吸收氧化装置进行处理图 2，从根本上解决臭气问题。除了在技术上进行完善外，还需做好两方面工作。一方面尽快修复完善自控系统，污水处理厂是连续生产型单位，自控系统对工艺控制至关重要，所以应尽快对南郊污水处理厂自控设施进行修复，确保自控系统正常运行。另一方面加强污水处理厂生产运行管理。水质达标排放是消除臭味的最基本工作。重点抓好工艺调整[12]污水、污泥处理正常。其次加强设备日常维护保养工作，进一步降低设备故障率，使设备始终处于最佳运行状态。再次对厂区内的沙渣等垃圾及时进行清理，在夏季高温时期，可在垃圾斗内喷洒相关药剂进行控制，切实降低臭味的发生。

3.3. 治理后的结果与分析

根据南郊污水处理厂的臭气排放特点，分别在格栅间、1#氧化沟和污泥浓缩池处设立了三处采样监测点进行比对试验，对治理前和治理后的臭气物质分别进行了为期 7 天的不间断检测，检测项目为硫化氢和氨氮两项指标。格栅间采样点位于室内格栅井上部，距地面 0.5 m。1#氧化沟采样点位于室外氧化沟中部，下风口处，距地面 0.5 m。污泥浓缩池位于室内浓缩池池壁侧，距地面 1 m。其中格栅间臭气治理试验方式为除臭剂喷洒和定期换气，除臭剂喷洒时间为 5 次/h，每次喷洒时间 5 分钟效果图 3，换气次数为 4 次/h，每次换气时间 5 分钟。氧化沟试验方式为定期换气，换气次数为 4 次/h，每次换气时间 5 分钟。

Table 1. Common deodorizing methods
表 1. 常用除臭方法

序号	系列	类型	优点	缺点
1	物理系列	活性炭吸附法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可有效去除 VOC; 2. 对低浓度的恶臭物质的去除经济、有效、可靠; 3. 维护简单; 4. 可用于湿式化学吸收后的精处理; 5. 运行方便, 可间歇运行。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 对于 NH₃、H₂S 等去除率有限; 2. 不能用于大气量和高浓度的情况; 3. 活性炭的再生与替换价格昂贵、劳动强度大; 4. 再生后的活性炭吸附能力明显降低。
2		焚烧法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可分解高浓度的臭气; 2. 可分解各种类型的臭气; 3. 运行方便, 可间歇运行。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 仅适用于浓度高、气量适中的臭气; 2. 会向大气排放 SO₂、CO₂ 等气体; 3. 应用方面尚需研究, 有待完善。
3	化学系列	湿式化学吸收	<ol style="list-style-type: none"> 1. 较高的去除效率和可靠的处理方法, 可高达 95% 以上, 甚至 99%; 2. 可处理气量大、浓度高的恶臭污染物; 3. 多级的洗涤, 可去除各种混合的恶臭污染物; 4. 占地面积小, 土建投资小; 5. 运行稳定, 停机后可迅速恢复到稳定的工作状态。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 维修要求高; 2. 对操作人员素质要求较高; 3. 运行费用(能耗、药耗)稍高; 4. 能有效除 H₂S 和 NH₃ 等主要污染物, 但对臭气浓度的去除率较生物法低。
4		臭氧氧化法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 简单易行; 2. 占地面积小; 3. 维护量小; 4. 运行方便, 可间歇运行。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 臭氧本身为污染物, 经处理后仍有轻微恶臭味; 2. 适应工况变化能力差, 因而工艺控制困难; 3. 功率要求高。 4. 对残余臭氧的分解处理的费用昂贵; 5. 残余的臭氧会腐蚀金属构件、后续处理费用大。
5	生物系列	掩蔽剂法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 设备简单、维护量小; 2. 占地小; 3. 经济; 4. 运行方便, 可间歇运行。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 对臭气仅是掩盖作用, 臭气去除率有限; 2. 因恶臭浓度和大气是不断变化的, 这种方法的效率是不可靠的。
6		生物滤池	<ol style="list-style-type: none"> 1. 简单、经济、高效, 吸收率达 90% 以上; 2. 低投资, 操作和维护费用低, 运行、维护最少; 3. 不产生二次污染; 4. 国内、外工程实例最多。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 占地面积稍大; 2. 对湿度、PH 值、温度等要求较高; 3. 表面负荷过大会产生堵塞; 4. 对混合臭气需不同的菌种, 需提供有效菌种; 5. 一般建议连续运行。
7	生物系列	土壤法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 简单、经济、高效; 2. 低投资, 操作和维护费用低, 运行、维护最少; 3. 形式多样, 可采用分散型(表层铺洒)和密集型(集装箱式); 4. 不产生二次污染; 5. 采用生物土壤为除臭介质, 有效使用寿命可达 20 年。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 占地面积较大; 2. 对湿度、PH 值、温度等要求较高; 3. 土壤介质需要特定的培养驯化; 4. 在国内处理效果有待进一步鉴定; 5. 一般建议连续运行。

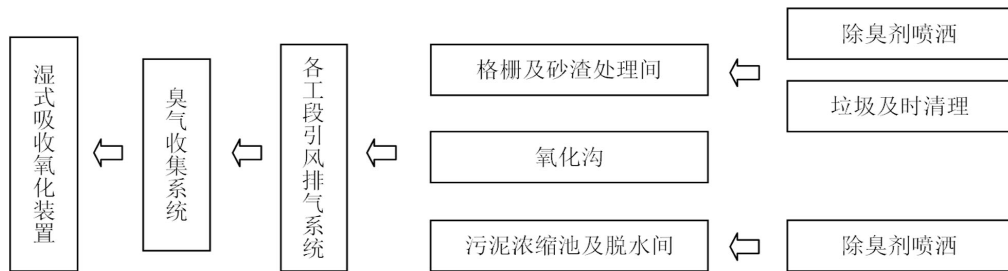


Figure 2. Wet oxidation unit for processing absorption
图 2. 湿式吸收氧化装置进行处理

效果图 4。污泥浓缩池试验方式为除臭剂喷洒和定期换气, 除臭剂喷洒时间为 5 次/h, 每次喷洒时间 5 分钟, 换气次数为 4 次/h 效果图 5, 每次换气时间 5 分钟。每天平均采样分析 4 次, 得出一天采样点的平均浓度。通过采样分析可以发现, 采取除臭措施后硫化氢、氨氮数值明显下降, 厂区内臭味得到显著改善[13]。

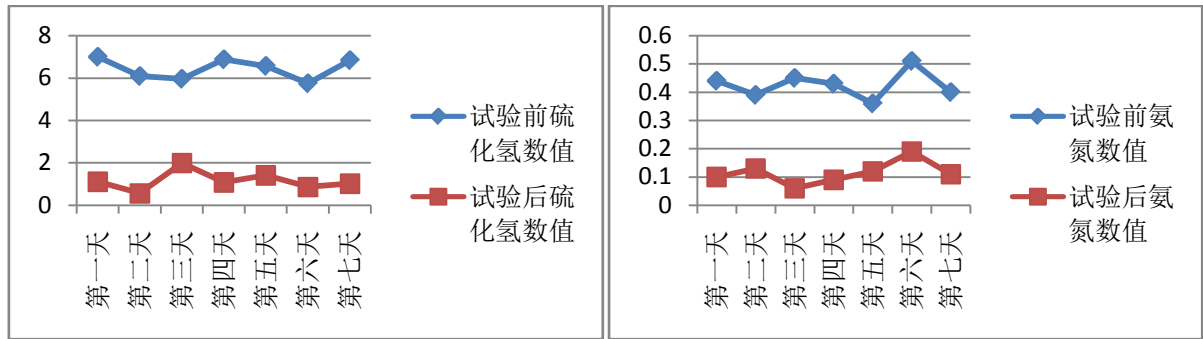


Figure 3. Grid sampling and hydrogen sulfide and ammonia nitrogen concentration point of comparison before and after treatment

图 3. 格栅间采样点治理前后硫化氢和氨氮浓度比对

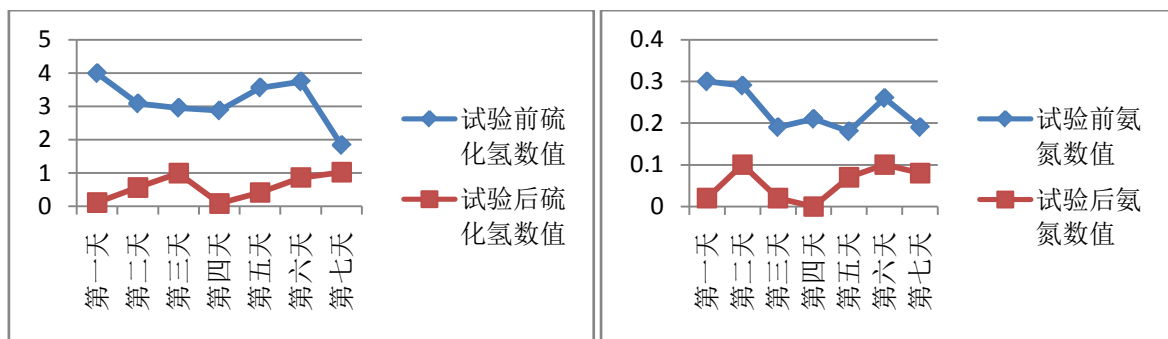


Figure 4. Oxidation ditch, hydrogen sulfide and ammonia concentration sampling point of comparison before and after treatment

图 4. 氧化沟采样点治理前后硫化氢和氨氮浓度比对

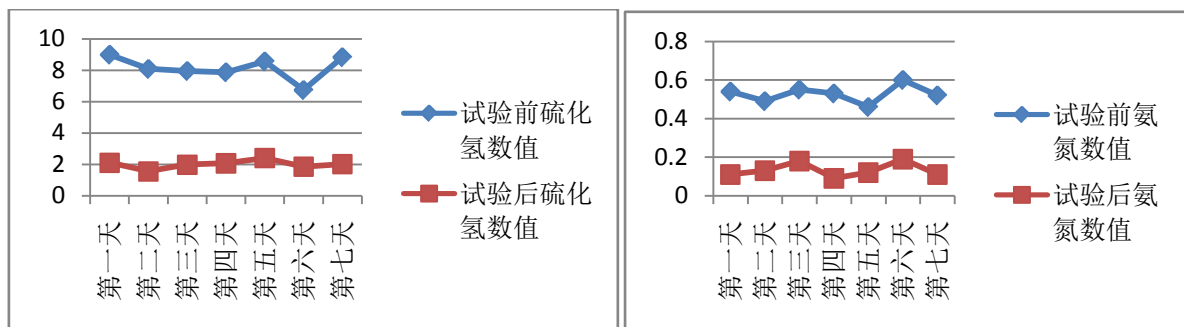


Figure 5. Sludge thickening tank of hydrogen sulfide and ammonia concentration sampling point of comparison before and after treatment

图 5. 污泥浓缩池采样点治理前后硫化氢和氨氮浓度比对

4. 结语

目前，国内各大中城市都面临着市政污水，污泥处理和垃圾处置过程中日益突出的臭味问题，本文对南郊污水处理厂存在的臭味问题进行了深入分析，提出治理方法，对相关污水处理厂解决臭味问题具有值得借鉴的意义。

参考文献 (References)

[1] 向阳 (2012) 城镇污水处理厂氧化沟工艺的节能研究. 安徽工程大学学位论文, 芜湖.

- [2] 项晓仕, 黄晓丹 (2011) 瑞安市污水处理厂氧化沟工艺的有效性分析. *东北水利水电*, **6**, 42-43.
- [3] 郭静, 梁娟, 匡颖等 (2002) 污水处理厂恶臭污染状况分析与评价. *中国给水排水*, **2**, 41-42
- [4] 高定, 沈玉军, 陈同斌等 (2010) 污泥好氧发酵过程中臭味物质的产生与释放. *中国给水排水*, **13**, 117-119.
- [5] 裴晓梅, 余志亚, 朱洪光 (2008) 我国厌氧发酵处理城市污水剩余污泥研究进展. *中国沼气*, **1**, 25-29.
- [6] 薛松, 和慧, 邓莉蕊, 孙晶晶 (2012) 污水处理厂恶臭防治对策及环境影响评价的研究. *青岛理工大学学报*, **2**, 98-103.
- [7] 张少梅 (2005) 城市污水处理厂臭气问题评价与控制研究. 同济大学学位论文, 上海.
- [8] 孔宇 (2011) 淮安市第二污水处理厂污泥处理系统改造工程. *中国给水排水*, **9**, 116.
- [9] 屠艳萍, 腾腾, 王如明, 郑尚尚, 许晶 (2010) 城市污水处理厂恶臭浓度分布规律及其防治措施. *中国环境管理干部学院学报*, **5**, 36-39.
- [10] 陈建军, 赵银山, 孙宝峰 (2007) 关于城市污水处理厂恶臭污染问题的探讨. *河北建筑工程学院学报*, **4**, 42-46.
- [11] 范运湘, 侯书林 (2006) 污水污泥处理过程中恶臭控制技术. 城镇供水, 2006年6月.
- [12] 胡和平, 罗刚, 刘军, 杨伟东, 段艳芳 (2006) 生物技术在恶臭气体处理中的应用研究. *能源环境保护*, **5**, 1-4.
- [13] 张义勇, 刘兵伟, 胡晓丽, 郝杰, 鄂群辉, 洪骧龙, 鄂春学 (2013) 抑制生活污水毒气产生的试验装置及计算机远程控制系统. *计算机光盘软件与应用*, **22**, 272-274