

高速公路服务区污水处理及回用工程设计

徐洪斌¹, 李 远¹, 刘伟超², 时高明²

(1. 郑州大学 水利与环境学院, 河南 郑州 450012; 2. 河南冠宇环保科技有限公司, 河南 郑州 450001)

摘 要: 某服务区所排污水中有机物、氨氮及悬浮物含量都比较高。采用 A/O + 人工湿地 + 氧化塘 + 消毒工艺处理后,出水用于服务区冲厕、洗车及绿化等,出水水质满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920—2002)的出水标准。该工艺对服务区污水中有机物及氨氮处理效果显著,管理运行费用低,对高速公路服务区污水处理工程的设计具有参考价值。

关键词: 高速公路服务区; 污水处理; 人工湿地

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)10-0059-04

Design of Wastewater Treatment and Reuse Project for Expressway Service Area

XU Hong-bin¹, LI Yuan¹, LIU Wei-chao², SHI Gao-ming²

(1. School of Environment and Water Conservancy, Zhengzhou University, Zhengzhou 450012, China;
2. Henan Guanyu Environmental Technology Company, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The combined process including anoxic/aerobic (AO), artificial wetland, oxidation pond and disinfection was employed to treat wastewater from an expressway service area. The raw wastewater contained relatively high amount of organic pollutants, ammonia nitrogen and suspended solids. The final effluent could be used for flushing, car washing and green water etc. The final effluent quality could meet the requirements of *The Reuse of Urban Recycling Water—Water Quality Standard for Urban Miscellaneous Water Consumption* (GB/T 18920-2002). The combined treatment process has exhibited the high performance on ammonia removal and low management operation cost, which is valuable for designing similar project.

Key words: expressway service area; sewage treatment; artificial wetland

河南某高速公路服务区位于豫北平原地区,周边即为旅游风景区。由于该服务区客流量大、过境货车停留多、停留时间长,2011年平均每天在服务区停留的车辆达到560车次,人数近4000人次,原污水处理设施已无法满足现有污水处理要求,现拟在原污水处理设施的基础上新建污水处理及回用工程。

该服务区分为南服务区与北服务区两部分,北服务区东侧有较大闲置土地。新建污水处理及回用工程中污水处理及回用规模为220 m³/d(1天运行

20 h),其中南北服务区各建一套污水生化处理设施,其规模均为110 m³/d;深度处理设施建在北区,对南北服务区的生化出水一并进行深度处理,其规模为220 m³/d,中水回用规模南北区各按照110 m³/d进行配套设计,其中90%的回用水作为冲厕和冲洗车辆用水,其余则作为服务区内部的绿化用水或外排。

1 污水水质及排放标准

高速服务区污水主要来源于生活污水、洗车废水、加油站的地面冲洗废水^[1]。其中含油污水主要

是加油站、汽修厂、停车区和冲洗区域排放的污水,由于含油污水量小、污染较轻,因此设计并入生活污水统一处理。污水经处理后作为回用水应满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920—

2002)的出水标准,外排水水质应满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)中的一级B标准。

具体进水水质及排放标准见表1。

表1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

项 目		水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$)	pH 值	COD/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	BOD ₅ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	SS/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	NH ₃ - N/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	TN/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	TP/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
进水	南区	110	6 ~ 9	500	180	50	135	140	12
	北区	110	6 ~ 9	350	120	50	85	90	8
排放标准			6 ~ 9	50	10	10	10	15	0.5

2 废水处理回用工程工艺流程

高速服务区常用污水处理回用工艺有“生化处理+物化深度处理”^[2]、“生化处理+人工湿地”^[3]、MBR^[4]等,针对该服务区污水有机物、悬浮物及氨

氮含量都较高的水质特点,结合该服务区地理位置、面积条件,经比选后确定该服务区污水处理及回用工程采用A/O+人工湿地+氧化塘+消毒工艺,工艺流程见图1。

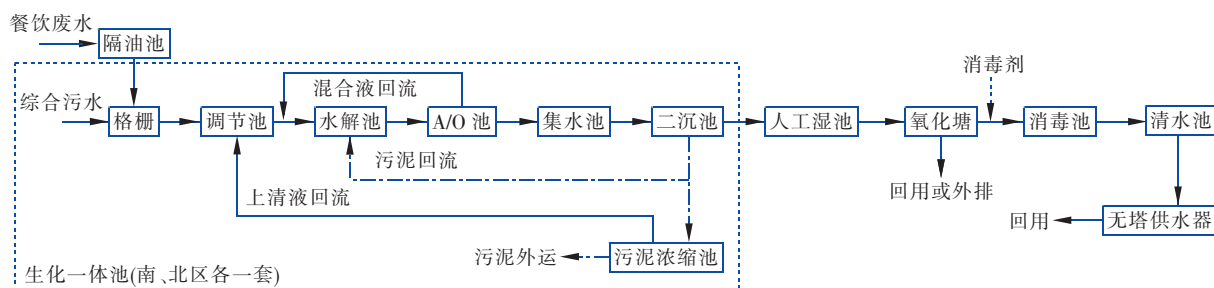


图1 污水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process

餐饮废水隔油后与其他污水混合进入格栅及调节池,调节池内污水由潜污泵提升进入A/O系统进行生化处理。南区生化出水用泵提升进入位于北区的人工湿地(北区生化出水经沉淀后自流进入人工湿地),人工湿地出水自流入氧化塘,氧化塘内设置漂浮式曝气设备和人工浮床,对污水再次进行深度净化。氧化塘内污水进行消毒后送至回用水需水点(南北区公共卫生间、绿化等),氧化塘及南区二沉池均设有污水外排口。由二沉池排出的剩余污泥进入污泥浓缩池浓缩,底流污泥定期由市政环卫车运出。

3 主要设备及构筑物

服务区南、北区建设规模均为110 m³/d,总规模为220 m³/d,设计运行时间为20 h/d。

① 餐饮隔油池

隔油池为服务区原有,南区与北区各一座。

② 综合污水格栅

格栅渠为新建,南北区各一座,规格为1.80 m

×0.50 m×1.50 m。渠内设HF400型不锈钢耙齿回转式格栅一道,栅宽为40 mm,栅隙为5 mm,功率为0.37 kW。

③ 调节池

调节池为服务区原有调节池改建,钢混结构,尺寸为10.50 m×3.00 m×4.00 m,超高为1 m,南北区各一座。每座调节池内设置潜污泵2台(1用1备)。潜污泵功率为0.55 kW,流量为7 m³/h,扬程为80 kPa。调节池内出水由潜污泵提升至水解池。

④ 水解池

水解池为新增构筑物,南北区各一座,尺寸为4.50 m×1.50 m×4.50 m,超高为0.5 m,有效容积为27.00 m³,钢混结构。水解池内设置水解填料,尺寸为φ160 mm×3 000 mm。

⑤ A/O池

A/O池为新建,南北区各1座,钢混结构。其中A池(缺氧池)尺寸为4.50 m×1.50 m×4.50 m,超高为0.5 m,有效容积为27.00 m³,池内设置高速

潜水推流器1台,功率为0.75 W。

O池(好氧池)尺寸为4.50 m×3.00 m×4.50 m,超高为0.5 m,有效容积为54.00 m³。好氧池设计水力停留时间为11.80 h,池内BOD₅污泥负荷为0.095 kgBOD₅/(kgMLSS·d),污泥浓度为3 000 mg/L, NH₃-N污泥负荷为0.02 kgNH₃-N/(kgMLSS·d)。好氧池内空气扩散系统采用Ø260型微孔曝气器50套,曝气头材质为EPDM橡胶,支座材质为ABS。每座好氧池内设混合液回流泵2台(1用1备),泵流量为8 m³/h,扬程为150 kPa,功率为0.75 kW。

⑥ 集水池

集水池为新增构筑物,设计为1座,建设在南区。集水池尺寸为4.50 m×2.00 m×4.50 m,超高为0.5 m,钢混结构,集水池内设置潜污泵2台(1用1备),泵流量为8 m³/h,扬程为150 kPa,功率为0.75 kW。

⑦ 二沉池

二沉池为新增构筑物,南北区各1座,钢混结构。每座二沉池尺寸均为4.50 m×2.50 m×4.50 m,超高为0.5 m。设计沉淀区高度为2 m,表面负荷为0.80 m³/(m²·h)。二沉池外设置污泥回流泵2台(1用1备),回流泵流量为15 m³/h,扬程为300 kPa,功率为2.2 kW。

⑧ 污泥浓缩池

污泥浓缩池为新增构筑物,南北区各1座,钢混结构,每座2格,单座尺寸为4.50 m×2.25 m×4.50 m,超高为0.5 m。污泥浓缩池外接污泥泵2台(1用1备),污泥泵流量为8 m³/h,扬程为150 kPa,功率为0.75 kW。

⑨ 人工湿地

人工湿地设计为1座,建设在北区。南区和北区的二沉池出水经管道运送至人工湿地。湿地占地面积为625 m²,BOD₅负荷为3.25 gBOD₅/(m²·d),TN负荷为1.76 g/(m²·d),TP负荷为0.176 g/(m²·d)。湿地潜流水力坡度为1.6%,湿地床深度为1.0 m,最上层铺设砂土,厚度为0.2 m,选用粒径为10 mm的碎石;中层铺设碎石,厚度为0.4 m,选用粒径为20~50 mm的碎石;底部铺设卵石,厚度为0.2 m,选用粒径为50 mm的碎石。人工湿地系统底部与侧壁需进行防渗处理,先用素土夯实,上铺C10型素混凝土垫层,垫层厚为0.10 m。素混凝

土垫层上由水泥砂浆勾缝的双层砖做底,双层砖上铺设0.015 m厚的防水水泥砂浆。人工湿地上栽种植物类型为黄菖蒲、芦苇及千屈菜三类,栽种密度为12株/m²。

⑩ 氧化塘

氧化塘1座,建设在北区,建设面积为1 200 m²。氧化塘内设置2.50 m×2.00 m生态浮床4个,浮床上种植美人蕉等植物;配套景观亭2个;观景木道为74 m;设漂浮式水面曝气机4台(2用2备),曝气机功率为1.5 kW,转速为2 800 r/min,供氧能力为4~5 kg/h。

氧化塘边坡及塘底防渗构造:边坡底部设厚度为100 mm的碎石垫层,上铺厚度为300 mm的浆砌片石,用M7.5水泥砂浆勾缝;氧化塘塘底设厚度为100 mm的碎石垫层,垫层上设厚度为80 mm的现浇C30钢筋混凝土板。

⑪ 消毒池-清水池

消毒池-清水池1座,钢混结构,二池合建于北区。消毒池尺寸为3.30 m×3.00 m×4.50 m,超高为0.5 m,设计水力停留时间为4.3 h。消毒池配套二氧化氯发生器1套。

清水池尺寸为3.30 m×3.00 m×4.50 m,超高为0.5 m,设计水力停留时间为4.3 h。清水池出水通过无塔供水器运送至回用水系统。

⑫ 回用水设备间

回用水设备间1座,建于北区,尺寸为6.60 m×6.00 m×3.60 m,框架结构。设备间内设二氧化氯发生器1套,有效氯产量为200 g/h;无塔供水器一套,功率为6 kW,扬程为300 kPa,负压引水,供水量可达20 m³/h。

⑬ 鼓风机房及配电室

鼓风机房及配电室合建,南北区各一间,框架结构,规格为6.60 m×3.00 m×3.60 m。鼓风机房内设鼓风机4台,风量为1.30 m³/min,风压为39.2 kPa,电机功率为2.2 kW。设置空气过滤器,对粒径>1 μm的灰尘除尘效率为99%。每台风机的进风管及出风管上均设有消声器装置,鼓风机房设置隔音门窗防噪。

4 运行结果及效益分析

该项目于2016年5月初调试完毕,现已正式运行。经检测,出水各项指标均满足或优于出水标准(见表2),可以回用于冲厕、绿化、洗车等。

表 2 各处理单元运行效果

Tab. 2 Operation effect of each unit

mg · L⁻¹

项 目		COD		BOD ₅		SS		NH ₃ - N		TP	
		进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
生化 一体池	南区	400 ~ 500	50 ~ 60	140 ~ 180	15 ~ 20	45 ~ 50	15 ~ 20	120 ~ 140	6 ~ 8	9.5 ~ 12.0	0.8 ~ 1.0
	北区	300 ~ 350	50 ~ 60	110 ~ 120	15 ~ 20	45 ~ 50	15 ~ 20	75 ~ 90	6 ~ 8	7.5 ~ 8.0	0.8 ~ 1.0
人工湿地、氧化塘及消毒池		50 ~ 60	20 ~ 25	15 ~ 20	3 ~ 5	15 ~ 20	6 ~ 10	6 ~ 8	0.1 ~ 0.2	0.8 ~ 1.0	0.4 ~ 0.5
排放标准		50		10		10		10		0.5	

本项目实施后回用水量为 220 m³/d, 水价按当地价格 2.80 元/m³ 计算, 则回用水获得的经济效益为 22.48 万元/a。本污水处理工程建成后, 服务区内生产废水将达到零排放。

本项目建设的人工湿地及氧化塘集污水处理与景观作用于一体, 提高了服务区的基础设施水平和环境质量水平, 对美化服务区起到重要作用。

5 结论

对高速公路服务区综合污水采用 A/O + 人工湿地 + 氧化塘 + 消毒工艺处理, 回用水满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920—2002) 的出水标准, 外排水水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 一级 B 标准。

参考文献:

[1] 谢丹平, 李开明, 周伟坚, 等. 高速公路服务区废水处理与回用工程实例[J]. 给水排水, 2013, 39(S1): 386 - 388.

[2] 张平. 广东省高速公路服务区污水再生回用处理现状与对策[J]. 现代经济信息, 2009, (15): 241 - 241.

[3] 钱鸿. 六潜高速公路服务区生态型污水处理工艺选择[J]. 工程与建设, 2011, 25(2): 201 - 203.

[4] 胡锋平, 高超, 万聪, 等. 组合曝气复合 MBR 工艺处理高速公路服务区污水[J]. 中国给水排水, 2016, 32(2): 84 - 88.



作者简介: 徐洪斌(1974 -), 男, 河南孟津人, 博士, 副教授, 郑州大学环境与市政工程系副主任, 国家注册环保工程师, 环境影响评价工程师, 硕士研究生导师, 荷兰代尔夫特理工大学访问学者, 河南省环保联合会会员、河南省环境科学研究院兼职研究人员。研究方向为污水处理及资源化技术、生态修复工程、污泥减量化及资源化处理技术等。

E - mail: xuhongbin_gy@zzu.edu.cn

收稿日期: 2016 - 11 - 15

保护自然 保护水源 行胜于言