

分段进水接触式 A^2/O 工艺用于处理度假村生活污水

钱 珊¹, 吴 迪¹, 高贤彪¹, 赵同科², 张成军², 李 鹏², 李 妍¹

(1. 天津市农业资源与环境研究所, 天津 300380; 2. 北京市农林科学院 植物营养与资源研究所, 北京 100097)

摘 要: 采用分段进水接触式 A^2/O 工艺处理旅游度假村生活污水, 处理规模为 $150\text{ m}^3/\text{d}$, 出水水质可达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 的一级 B 标准。运行结果表明, 在污水随旅游季流量波动大、低碳氮比和低碳磷比情况下, 处理系统实现了良好的脱氮除磷效果, 并能有效抵抗水量冲击负荷。

关键词: 度假村生活污水; 接触式 A^2/O ; 分段进水; 脱氮除磷

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)10-0097-03

Application of Step-feed Biological Contact A^2/O Process for Domestic Wastewater Treatment in a Rural Tourist Resort

QIAN Shan¹, WU Di¹, GAO Xian-biao¹, ZHAO Tong-ke², ZHANG Cheng-jun²,
LI Peng², LI Yan¹

(1. Tianjin Institute of Agriculture Resource and Environment, Tianjin 300380, China; 2. Institute of Plant Nutrition and Resource, Beijing Academy of Agricultural and Forest Science, Beijing 100097, China)

Abstract: A kind of step-feed biological contact A^2/O process was used to treat rural domestic sewage of a tourist resort. The design capacity of the project was $150\text{ m}^3/\text{d}$ and the effluent had to meet the first class B criteria specified in *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918-2002). The long-term operation results showed that the simultaneous removal of nitrogen and phosphorus was achieved and the process had good resistant capacity to water quantity shock-load when the raw sewage exhibited characteristics of low C/N ratio, low C/P ratio and large flow fluctuation in the peak tourist season.

Key words: rural domestic sewage of tourist resorts; biological contact A^2/O ; step-feed; nitrogen and phosphorus removal

北京延庆县东部山区某村平均海拔为 600 m, 村内无工业, 基本无农业种植, 山间自然风光优美, 是以旅游度假产业为依托的新型乡村。新建的污水处理设施用于全村范围内的污水处理。污水绝大部分为常住人口和游客产生的生活污水, 另有少量餐

饮废水。集中排放餐饮废水的餐馆设置隔油池, 废水经初步隔油处理后排入管网, 与生活污水混合进入新建污水处理站共同处理。

1 污水水质、水量

污水主要来源于乡政府、学校、家庭和旅舍等的

生活污水。常住人口:村民为 587 人、学校师生为 107 人、政府办公人员为 138 人,另外旅游旺季时外来流动人口高峰为 1 000 人/d。全村具有自来水供应和排水管网。基于该村往年自来水用量,综合考虑排污系数和旅游型人口波动规律,确定污水处理工程设计流量为 150 m³/d。设计水质见表 1。

表 1 进水水质及出水标准

Tab. 1 Wastewater quality and discharge standard

mg · L ⁻¹						
项目	COD	BOD ₅	NH ₃ - N	TN	TP	SS
进水水质	150 ~ 420	60 ~ 170	18 ~ 35	25 ~ 45	3.0 ~ 6.7	50 ~ 150
出水标准	60	20	8(15)	20	1	20
注: 括号外数值为水温 > 12 ℃ 时的控制指标,括号内数值为水温 ≤ 12 ℃ 时的控制指标。						

2 工艺选择与工艺流程

2.1 工艺选择

由于没有工业、农业、养殖业等相关产业,全村污水表现为明显的城镇生活污水特征,碳氮比、碳磷比均不高,而该乡村承载着北京市内人口前往山区避暑度假的功能,环保要求高,各项排污指标要求严格达标,因此在低碳氮比、低碳磷比条件下实现良好的脱氮除磷功能是处理工艺设计的难点和主要考虑因素。另外,作为以旅游业为经济支撑的乡村,污水量随旅游季节规律性变化突出,旅游旺季比淡季产污多,周末比平日产污多。本工程采用了以 A²/O 为主体的生物膜法处理工艺^[1],将活性污泥法和生物膜法优势相结合,并辅以分段进水的方式,系统的脱氮除磷能力因泥龄与水力停留时间的分离和碳源的合理分配得以强化^[2,3],并能有效抵抗因旅游季产生的流量冲击负荷。

2.2 工艺流程

工艺流程如图 1 所示。

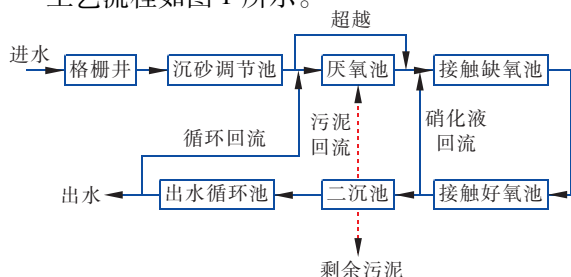


图 1 污水处理站工艺流程

Fig. 1 Flow chart of rural domestic sewage treatment in the tourist resort

污水由村总排污口直接进入污水处理站,首先流经粗、细两道格栅,将大块和纤维状物质拦截,裹挟小颗粒污物的污水随即自流进入沉砂调节池。对于这样的污水处理规模,采用机械刮砂的专用沉砂池在建设上很难实现,因此本工程将沉砂和流量调节两个功能集合在一个池子,池底设置泥斗,采用人工清砂。污水在沉砂调节池停留后,由液位控制,经两台提升泵分别泵入厌氧池和接触缺氧池。同步进入厌氧池的还有二沉池回流的含磷污泥,在这个池中完成释磷过程,同时伴随着部分有机物氨化。而同步进入接触缺氧池的还有接触厌氧池的出水与接触好氧池的回流液,二者与原污水混合配流后在该池发生反硝化作用,实现脱氮功能。而在接触好氧池则主要完成去除未被厌氧和缺氧微生物使用的 BOD₅、硝化、吸收磷等作用。接触好氧池出水进入二沉池进行泥水分离,上清液进入出水循环池,沉淀污泥部分回流至厌氧池,一方面维持系统中活性污泥浓度,另一方面聚磷菌在厌氧环境下释磷再生;另外一部分作为剩余污泥定期排出,完成磷从系统的脱除。出水循环池类似集水池,处理后的污水由潜水泵提升排出;当淡季污水量少时,污水还会经另一台潜水泵回流至厌氧池,这样可保证整个系统的污水流动性和对各生物池填料上微生物膜的水力冲刷,促进膜的正常脱落与再生。

3 主要构筑物及设计参数

所有构筑物均为全地埋钢筋混凝土结构。

① 格栅井。有效水深为 1 m,设置粗、细两道格栅,人工清渣,栅隙分别为 30 mm 和 15 mm,全村污水总排污口与格栅井相接,总排污管加装流量计。另外设有泄洪涵管,当进水量超出设计范围或发生暴雨时,可通过泄洪涵管强排,以有效缓解系统冲击。

② 沉砂调节池。平面尺寸为 3.8 m × 1.8 m,最大水深为 3.3 m,最大水力停留时间为 3.6 h。底部沿长边方向设两个泥斗,不定期清理沉砂。池内设两台提升泵,分别将污水泵入厌氧池和接触缺氧池,分配比例分别为 33% 和 67%,故采用扬程相同、流量比为 1:2 的两台潜水泵同时工作,由液位控制泵的启停。

③ 厌氧池。平面尺寸为 5.5 m × 2.5 m,有效水深为 3.1 m,水力停留时间为 6.8 h。为在池中维持较好的流态,进水和回流污泥均通过穿孔布水管

进入,布水管的设置既可实现两股进流的初步混合,也能有效减少短流等不利流态。厌氧池出水由溢流堰收集,自流进入接触缺氧池。

④ 接触缺氧池。平面尺寸为 5.5 m×3.0 m,有效水深为 3.0 m,HRT 为 7.9 h。进入该池的污水包括厌氧池出水、原污水和接触好氧池回流硝化液,同样设置穿孔布水管整合进入。采用软性纤维填料,填充高度为 1.5 m。经溢流堰自流出水。

⑤ 接触好氧池。平面尺寸为 5.5 m×5.5 m,有效水深为 4.0 m,水力停留时间为 19.36 h。采用平移推流式池型,池中五折,长宽比为 5:1。鼓风机曝气,池底铺设橡胶膜盘型曝气器,工作通气量为 1.5~4 m³/(h·个),设罗茨鼓风机 2 台,交替运行,升压为 39.2 kPa,进口流量为 2.02 m³/min。采用软性纤维填料,填充高度为 3 m。经溢流堰自流出水。在靠近出水一端设回流泵一台,用于硝化液回流至接触缺氧池,回流比为 200%。

⑥ 二沉池。平面尺寸为 2.25 m×2.25 m,有效水深为 2 m,HRT 为 1.62 h。采用斜管沉淀池,斜管长为 1 m,进水区由穿孔导流板布水,出水采用溢流出水堰。池底泥斗安放潜污泵进行污泥回流,回流比为 50%。

⑦ 出水循环池。平面尺寸为 2.25 m×2.25 m,有效水深为 2 m,水力停留时间为 1.62 h。设 2 台潜水泵,一台用于处理后污水排出,一台用于水量少时回流至厌氧池维持系统水力流动,两台水泵启停由水位和时间联合控制。

4 运行效果分析

该工程建成后,在约 2 个月内完成启动调试。在 2015 年 6 月—7 月进行了为期 6 周的跟踪监测,每周三、周日取进水、出水水样,可涵盖平日与周末度假高峰两个时间,监测发现系统运行工况稳定,出水指标可稳定达到一级 B 标准,其中平日由于水量较小,污染物浓度较低,出水水质不如周末好。表 2 为监测期间出水水质。

表 2 出水水质及出水标准

Tab. 2 Effluent quality and discharge standard

mg·L⁻¹

项 目	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TN	TP	SS
出水水质范围	≤46.7	≤15.9	≤8.0	≤20.0	≤1.0	≤12.0
平均出水水质	40.8	11.0	7.6	18.6	0.9	10.0
出水标准	60	20	8(15)	20	1	20

5 成本分析

本工程建设投资为 65 万元,其中土建费用为 33 万元,设备及其他费用为 32 万元。运行成本:工程总装机容量为 14.25 kW,电耗为 125 kW·h/d,电费为 0.42 元/m³;设一名兼职维护人员,工资为 1 500 元/月,则人工费为 0.33 元/m³。总运行成本为 0.75 元/m³。

6 结论

① 采用分段进水的膜法 A²/O 工艺处理位于山区的旅游度假村污水,实际运行结果显示,出水水质能够达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级 B 标准。

② 本工艺相对于传统 A²/O 工艺添加了生物膜挂膜组件并改为多点进水,这样的变化针对流量波动大、低碳氮比、低碳磷比的旅游区污水作用显著,既实现了良好的脱氮除磷功能,对于流量冲击也有非常强的抵抗能力。

参考文献:

- [1] 吴昌永,彭永臻,彭轶. A²O 工艺处理低 C/N 比生活污水的试验研究[J]. 化工学报,2008,59(12):3126-3131.
- [2] 郭意,熊峰,张洪,等. 填料型 A²O 工艺污水处理及反硝化除磷效能[J]. 环境科学学报,2016,36(6):2020-2026.
- [3] 王伟,彭永臻,刘丽娜,等. 厌氧/缺氧/好氧体积比对分段进水 A²O 除磷的影响[J]. 中国给水排水,2014,30(13):10-14.



作者简介:钱珊(1987—),女,天津人,助理研究员,研究方向为污水处理。

E-mail:2006031380@163.com

收稿日期:2016-10-19