

A/O + MBR 组合工艺处理方便面厂生产废水

程永伟¹, 武彦生¹, 高 雄¹, 孙春波²

(1. 昆明冶金高等专科学校 环境工程学院, 云南 昆明 650033; 2. 北京建研环保设备有限公司, 北京 100029)

摘 要: 北京某方便面废水处理厂采用 A/O + MBR 组合处理工艺, 处理规模为 300 m³/d。经过调试及试运行验收后, 系统出水水质优于北京市《水污染物综合排放标准》(DB 11/307—2013) 排放限值的一级 B 标准。该工艺具有抗冲击负荷能力强、出水水质稳定、占地面积小、可实现自动控制、操作管理方便等优点。

关键词: 食品加工废水; A/O + MBR 工艺; 抗冲击负荷

中图分类号: TU993 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)02-0103-04

Treatment of Noodles Factory Wastewater by A/O and MBR Combined Process

CHENG Yong-wei¹, WU Yan-sheng¹, GAO Xiong¹, SUN Chun-bo²

(1. School of Environmental Engineering, Kunming Metallurgy College, Kunming 650033, China;
2. Beijing Jianyan Environmental Protection Equipment Co. Ltd., Beijing 100029, China)

Abstract: The combined process of A/O + MBR was used to treat noodles factory wastewater of a food company in Beijing. The treatment capacity was 300 m³/d. After commissioning and acceptance of trial operation, the effluent quality was better than the primary B discharge limits of *Integrated Discharge Standard of Water Pollutants* (DB 11/307 - 2013) in Beijing. The treatment process has advantages of strong resistance to shock load, stable effluent quality, small footprint, automatic control, easy management and maintenance.

Key words: food production wastewater; A/O + MBR process; resistance to shock load

1 工程概况

北京某食品有限公司以生产方便面为主, 在生产、加工以及设备清洗过程中会产生大量的废水。该废水 COD 浓度较高、有机质较多, B/C 可达 0.45, BOD₅/氨氮 (C/N) ≥ 3.5。设计进水水质见表 1。

表 1 设计进水水质

Tab. 1 Design influent quality mg · L⁻¹

项目	进水水质(日常值)	最大值
COD	≤ 700	≤ 2 000
BOD ₅	≤ 400	≤ 1 200
总氮	≤ 40	≤ 120

该工程设计处理规模为 300 m³/d, 经处理后水

质需达到北京市《水污染物综合排放标准》(DB 11/307—2013) 排入地表水体的水污染物排放限值的 B 类排放限值, COD ≤ 30 mg/L, BOD₅ ≤ 6 mg/L, SS ≤ 35 mg/L, 氨氮 ≤ 1.5 mg/L, 总氮 ≤ 15 mg/L, 动植物油 ≤ 5 mg/L, 总磷 ≤ 0.3 mg/L。

2 工艺流程

该厂废水可生化性较好, 适宜采用生物处理工艺。进水 BOD₅/TP = 50, 满足生物除磷工艺对碳源的要求, 但由于出水含磷量要求不大于 0.3 mg/L, 生物除磷工艺较难达到, 因此须考虑经生物除磷后, 采用化学除磷, 确保出水 TP ≤ 0.3 mg/L。综上, 废水处理厂的重点处理指标包括 COD、BOD₅、SS、氨

氮、TN 和 TP,这些是需要工艺设计中重点考虑的控制因素^[1,2]。

2.1 工艺方案比选

根据北京市《水污染物综合排放标准》(DB 11/307—2013),对 COD、BOD₅、氨氮、TP 等指标的去除

率高达 90% 以上,出水水质要求非常高,单靠传统的活性污泥法处理难度较大。目前常用的生化处理工艺有接触氧化、曝气生物滤池和膜生物反应器^[3]。通过充分考虑、方案比较,确定选用膜生物反应器 A/O + MBR 组合工艺。工艺流程见图 1。

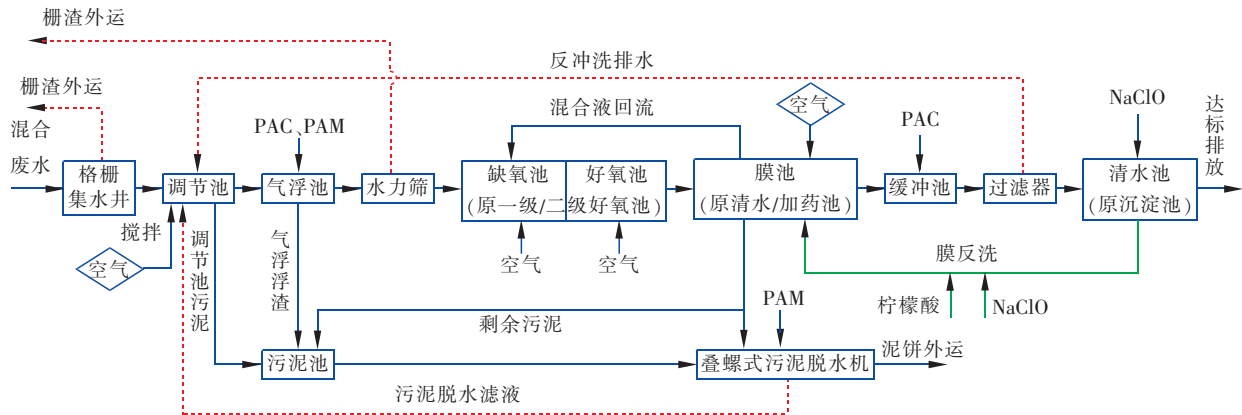


图1 废水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process

2.2 工艺特点

① 预处理段

因该厂排放的废水水量、水质很不均匀,且波动较大,对后续生化系统的运行很不利,故设置了足够容量的调节池来调节流量。同时,调节池内设置曝气穿孔管对废水进行搅拌,防止污泥沉淀。废水经调节后通过提升泵输送至气浮装置,去除废水中含有的大量油脂和调料、面粉等,减轻后续处理的动植物油负荷。气浮出水经过水力筛除去较小的悬浮物或漂浮物,以免杂物堵塞曝气头或划伤膜丝^[4]。

② 生化处理段

该厂废水可生化性较好,且有毒有害物质少,适合微生物生长。基于该废水处理有脱氮除磷要求,以及 COD 浓度比较高的特点,考虑核心生化工艺需通过厌氧预处理来消化部分有机物,同时进一步提高原水的可生化性和降低高浓度有机废水可能对好氧微生物所产生的毒害和抑制作用。因此确定核心生化处理工艺为具有水解酸化功能的缺氧+脱氮除磷的好氧+膜生物反应器。

废水经过水力筛后直接进入 A/O 池,首先进入缺氧区,在缺氧区内大量的硝化液在缺氧状态下产生反硝化作用,起到良好的脱氮作用。经脱氮的废水进入好氧区,活性污泥在好氧情况下进行硝化反应,并过量吸收废水中的磷,富集磷的剩余污泥排出

系统,从而达到除磷的效果。

生化池出水进入 MBR 池,MBR 池投加除磷药剂,进行化学除磷,同时通过膜过滤完成固液分离,产水由抽吸泵抽至清水池。在清水池内投加液体 NaClO 消毒后达标排放^[5,6]。

2.3 主要构筑物及具体参数

主要构筑物及具体参数见表 2。

表2 主要构(建)筑物及具体参数

Tab. 2 Main structures and design parameters

项 目	尺寸(L×W×H)/ (m×m×m)	数量/ 座	备 注
格栅集水池	2.0×1.9×5.2	1	原有
调节池	6.4×5.0×4.3	1	原有
气浮系统	6.0×2.3×1.6	1	新建
缺氧池(A池)	3.2×3.0×4.3	1	原氧化池改造
好氧池(O池)	4.7×3.0×4.3	1	原氧化池改造
MBR池	3.6×3.6×4.3	2	原沉淀池改造
清水池	3.3×1.9×4.3	2	原有
污泥池	3.0×1.4×4.3	1	原有
设备间	15.0×4.5×4.5	1	原有
污泥脱水机房	6.0×4.5×4.5	1	新建

在原有工艺处理的基础上,将原一级氧化池前半段改造成厌氧池,一级氧化池后半段及二级氧化池改造成好氧池,加药池仍作为投加除磷剂用,原有沉淀池改造成 MBR 池。

工艺平面布置见图 2。

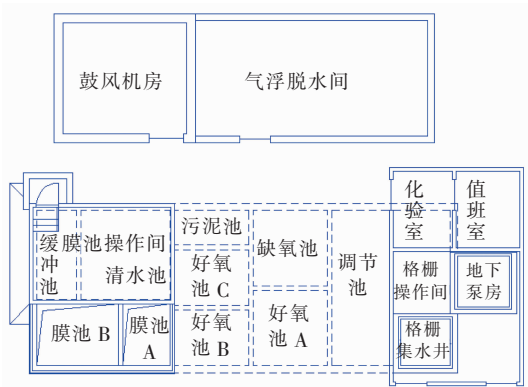


图 2 构筑物平面布置

Fig. 2 Structures layout plan

3 处理效果与运行成本

3.1 各单元处理效果

各单元处理效果见表 3。

表 3 主要单元处理效果

Tab. 3 The treatment effect of main units

项 目	原水	格栅 + 调节池	气浮 + 水力筛	A/O + MBR	排放标准
COD/(mg · L ⁻¹)	700	630	378	18.9	≤30
去除率/%	—	10	40	95	
BOD ₅ /(mg · L ⁻¹)	400	360	180	3.6	≤6
去除率/%	—	10	50	98	
NH ₃ - N/(mg · L ⁻¹)	35	31.5	25.2	1.26	≤1.5
去除率/%	—	10	20	95	—
pH 值	6.0 ~ 9.0	6.0 ~ 9.0	6.0 ~ 9.0	6.0 ~ 9.0	6.0 ~ 9.0

3.2 运行成本

① 电费。总装机容量为 52.35 kW (含鼓风机, 1 台, $N=11$ kW), 运行设备总容量为 31.65 kW, 取 0.7 系数, 实际运行电量为 531.72 kW · h/d [电价按 0.50 元/(kW · h) 计]。电费为 265.86 元/d,

表 6 运行监测结果

Tab. 6 The operational monitoring results

项目	pH 值	COD/(mg · L ⁻¹)	BOD ₅ /(mg · L ⁻¹)	SS/(mg · L ⁻¹)	氨氮/(mg · L ⁻¹)	总磷/(mg · L ⁻¹)	动植物油/(mg · L ⁻¹)
出水	7.24	12	3.9	2	0.125	0.13	0.06
排放标准	6 ~ 9	≤30	≤6	≤35	≤1.5	≤0.3	≤5

注: 表中数据为 2016 年 5 月监测结果平均值。

5 结论

工程实践表明, 采用 A/O + MBR 组合工艺处理方便面厂废水效果良好。采用气浮池和水力筛预处理工艺, 可有效降低进入后续处理工艺的有机物负荷和 SS 值, 改善废水的可生化性。好氧段通过投加

折合 0.886 元/m³。

② 药剂费。药剂费用统计见表 4。

表 4 药剂费统计

Tab. 4 Chemicals dosage and cost

项 目	日药剂消耗量/(kg · d ⁻¹)	药剂费/(元 · d ⁻¹)	运行费用/(元 · m ⁻³)
PAC (液)	15	9.00	0.03
污泥用 PAM	0.2	3.60	0.012
MBR 化学清洗药剂	3	3.00	0.01
消毒用次氯酸钠	3	2.40	0.008
合计		18.00	0.06

③ MBR 膜费用。采用国产优质 MBR 膜 (PVDF 膜), 共两组, 每组膜单价约 7.5 万元, 膜总价约 15 万元, 平均寿命为 3 年, 折合每年费用为 5 万元, 平均为 137 元/d, 折合 0.457 元/m³。

运行总费用见表 5。

表 5 总费用

Tab. 5 Total operational cost

项 目	日费用/(元 · d ⁻¹)	运行费用/(元 · m ⁻³)
电	265.86	0.86
药剂	18.00	0.06
膜更换	137.00	0.457
合计	420.86	1.403

注: 以上运行费用估算不包括人工费、折旧费、维修费。

4 调试及运行情况

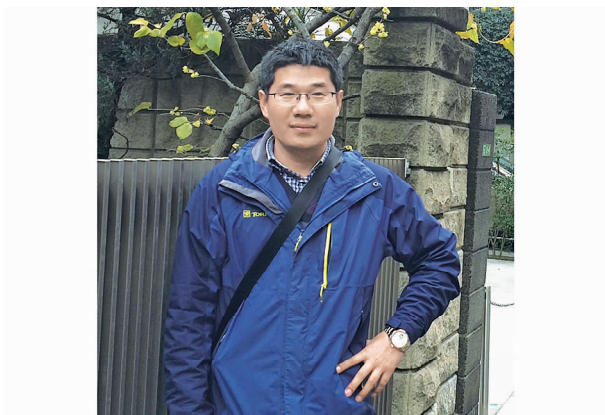
该工程于 2016 年 3 月竣工, 调试期约 2 个月, 各工艺单元运行正常。目前, 根据 2016 年 5 月监测结果显示, 出水水质达到了北京市《水污染物综合排放标准》(DB 11/307—2013) 排入地表水体的水污染物排放限值中 B 排放限值的一级排放标准, 具体监测结果见表 6。

生物载体提高了反应器中的生物量, 生物量可高达 10 g/L 以上, 增强了抗冲击负荷能力和运行的稳定性, 占地面积也仅为传统活性污泥法的 1/5 ~ 1/3。同时, MBR 膜组件的高效截留避免了微生物的流失, 富集了大量难降解有机物分解菌, 使微生物和有

机物的作用时间大于 MBR 的水力停留时间,从而大大提高了有机物的去除率。另外,MBR 膜实现反应器 HRT 和 SRT 的完全分离,使运行控制灵活稳定。经组合工艺处理后,出水水质达到了北京市《水污染物综合排放标准》(GB 11/307—2013)排入地表水体的水污染物排放限值的 B 排放限值,对 BOD₅、COD 的去除率可达 90% 以上,对 SS、NH₃ - N 去除率均达 95% 以上。

参考文献:

- [1] 郑云,洪海云,张星星. A/O + MBR 在石化废水深度处理回用中的应用[J]. 中国海洋大学学报,2015,45(8):82-88.
- [2] 唐海,魏根宝,赵雪. 缺氧/好氧/MBR 处理生物发酵废水的中试研究[J]. 安徽工程大学学报,2011,26(2):18-20.
- [3] 姚远. A/O + MBR 工艺在生活废水处理站中的应用[J]. 给水排水,2016,42(S2):110-113.
- [4] 徐志标,童学强. 水解酸化-SBR 工艺处理方便面生产废水工程实例[J]. 工业用水与废水,2014,45(1):69-71.
- [5] 王苏南,黄评,刘锋. A/A/O + MBR 组合工艺处理豆制品废水的研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(6):1257-1259.
- [6] 周杉,凌偲,李典,等. A²/O/MBR 工艺处理老龄垃圾渗滤液[J]. 中国给水排水,2015,31(4):92-94.



作者简介:程永伟(1981-),男,河南漯河人,讲师,主要研究方向为给排水工程。

E-mail:cjcai168@163.com

收稿日期:2017-04-17

· 信息 ·

EI 对英文摘要的写作要求

为了便于国际交流,从 2018 年 3 月起,《中国给水排水》杂志所有论文的英文摘要都要符合 EI 对摘要的要求。那么,EI 对信息性文摘(Information Abstract)有什么具体要求呢?

信息性摘要应该用简洁、明确的语言(一般不超过 150 words)将论文的目的(Purposes)、主要研究过程(Procedures)及所采用的方法(Methods),由此得到的主要结果(Results)和得出的重要结论(Conclusions)表达清楚。如有可能,还应尽量提一句论文和结论的应用范围和应用情况。这就是说,要写好英文摘要,作者必须回答好以下几个问题:

- ① 本文的目的或要解决的问题(What I want to do?)
- ② 解决问题的方法及过程(How I did it?)
- ③ 主要结果及结论(What results did I get and what conclusions can I draw?)
- ④ 本文的创新、独到之处(What is new and original in this paper?)

当然,英文摘要的写作并没有一成不变的格式,但一般来说,英文摘要是对原始文献不加诠释或评论的准确而简短的概括,并要求它能反映原始文献的主要信息。

(本刊编辑部)