

基于 SBR 技术的养鸡场废水处理研究

夏芸

江苏润环环境科技有限公司，江苏省南京市 210003

1 研究背景

随着我国经济的快速发展和人民生活水平的提高，对禽肉、蛋类的需求持续增长，推动了养鸡业向集约化、规模化方向发展。大型养鸡场不断涌现，在保障市场供应的同时，也产生了大量高浓度的有机废水。养殖废水已成为农业面源污染的主要来源之一。养鸡场废水具有高浓度有机物(COD、BOD)、高氮氮(NH₃-N)、高悬浮物(SS)、高油脂以及可能含有病原微生物等特点。若未经有效处理直接排放，会对地表水、地下水、土壤和大气造成严重污染，导致水体富营养化、土壤板结、恶臭弥漫，并威胁公众健康。传统的废水处理工艺(如常规活性污泥法、氧化塘等)在处理此类废水时，普遍存在占地面积大、投资运行成本高、抗冲击负荷能力差、脱氮除磷效率不稳定等问题。而SBR技术因其独特优势，被认为是处理该类废水的极具潜力的选择。本研究项目旨在通过系统性的工程验证，为解决行业痛点提供有效的技术方案，对推动养殖业的绿色健康发展具有重要意义。

2 项目概况

(1) 设计处理规模

某项目废水主要包括空舍冲洗废水、除臭湿帘废水、喷淋塔废水、车辆消毒废水、员工生活污水和初期雨水，产生废水总量为11866.73t/a，

冲洗废水主要特点：废水为间歇产生，每批饲养60天后出栏，空舍冲洗、消毒30天之后引入第二批雏鸡，空舍期冲洗废水量为2646t/a(折合34.02t/d)。除臭湿帘废水特点：每间除臭间设一个循环水池，全场共35个循环水池。循环水池容积为2m³，有效容积以65%计，每10天更换一次。除臭剂仅在养殖期使用，年工作日240天。循环水池损耗量按35%计，则除臭湿帘废水产生量为709.8t/a(折合2.96t/

d)。喷淋塔废水特点：喷淋塔配置一个循环水箱，水箱有效容积约1.5t，水箱中的水每月更新排放一次，则喷淋废水产生量约18t/a。车辆消毒废水主要特点：本项目场区设3个净道出入口，1个脏道出入口，脏道、净道出入口处各配置一座消毒池，消毒池容积为12m×4m×0.3m，有效容积以60%计。其中净道消毒池每个月更换一次消毒水，每5天补充一次消毒水，每次补充水量按消毒池用水量35%计；脏道消毒池每5天更换一次消毒水，不单独补充消毒水，年工作360天，则全场年更换消毒水次数为108次。消毒过程损耗量按35%计，则车辆消毒废水产生量为606.53t/a(折合1.68t/d)。员工生活污水主要特点：根据《建筑给水排水设计标准》(GB50015-2019)，生活用水定额按80L/人·d计，则本项目新增生活用水量约648t/a。损耗量按20%计，则员工生活污水产生量为806.4t/a(折合2.24t/d)。初期雨水特点：项目场区面积约234亩(15.6hm²)。经计算，一次初期雨水量约为590m³。暴雨次数取12次计算，全年初期雨水的产生量为7080m³(折合19.39t/d)。

本项目污水处理站设计规模为120m³/d，可以满足项目处理水量的要求，并留有一定余量，可以满足二期污水处理能力。

(2) 设计进出水水质

主要污染物浓度约为COD 426mg/L、BOD₅ 227mg/L、SS 369mg/L、NH₃-N 77mg/L、TN 66mg/L、TP 11mg/L、粪大肠菌群 6.69×10⁶MPN/L、蛔虫卵 43MPN/L。

3 处理工艺

本项目废水拟采用“格栅+集水池+混凝沉淀池+调节池+SBR工艺+出水消毒”工艺进行处理，尾水暂存于生态塘中回用于空舍冲洗。

SBR是本项目处理废水的核心工艺，其全称为“序

列间歇式活性污泥法”，是一种按间歇曝气方式来运行的活性污泥污水处理技术，主要特征是在运行上的有序和间歇操作，SBR池集均化、初沉、生物降解、二沉等功能于一池，无污泥回流系统。其主要工艺优点如下：

①理想的推流过程使生化反应推动力增大，效率提高，池内厌氧、好氧处于交替状态，净化效果好；

②运行效果稳定，污水在理想的静止状态下沉淀，需要时间短、效率高，出水水质好；

③工艺过程中的各工序可根据水质、水量进行调整，运行灵活；

④脱氮除磷，适当控制运行方式，实现好氧、缺氧、厌氧状态交替，具有良好的脱氮除磷效果；

⑤出水水质好：反应器内缺氧好氧并存、反应器中底物浓度较大、泥龄短、比增长速率大，SBR法能够有效地控制丝状菌的过量繁殖，从而使静止沉淀分离效果好，出水水质高；

⑥运行管理简单：SBR工艺流程简单，构筑物少，占地省，造价低，设备运行管理费用低。运行方式灵活，可生成多种工艺路线。同一反应器仅通过改变运行工艺参数就可以处理不同性质的废水。

主要工艺流程如下：

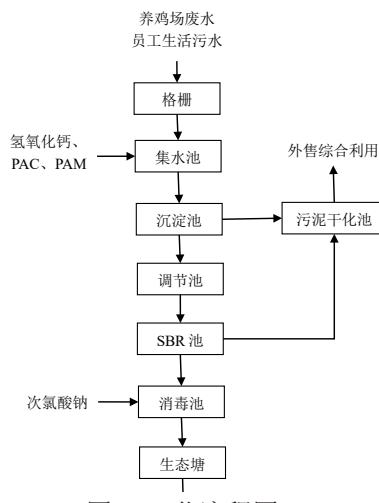


图1 工艺流程图

格栅：空舍冲洗废水及员工生活污水经人工格栅栏除大颗粒、长纤维杂物后自流进入集水池。

集水池：集水池中设置集水池提升泵、集水池搅拌机、集水池液位控制仪。当集水池水满后，自动启动集水池搅拌机并加入除磷剂、混凝剂、助凝剂，反应一段时间后，再经集水池提升泵将物料打入沉淀池。

沉淀池：污水在沉淀池内将比重比较大的SS等沉淀在泥斗中，经沉淀之后的污水自流进入调节池；沉淀的污泥经污泥泵打入污泥干化池。

调节池：调节池主要起到以下几方面作用：

①废水水源较多，不同时间段水量变化的大，调节水量；

②不同水源水质差异大，且部分污水含有消毒剂，调节水质。

③水解、酸化。水解、酸化微生物将大分子物质（脂肪、蛋白质、多糖等）降解为小分子物质，进而降解为可挥发性脂肪酸，为后续处理奠定基础。

SBR池：经调节之后的污水由进水泵提升至SBR池，在SBR池内经厌氧、缺氧、好氧、沉淀作用，去除COD、氨氮、总磷等。沉淀在SBR池底部的污泥经污泥泵定时泵入污泥干化池；

SBR生化处理工艺的除氮、除磷运行方式工艺流程为：I（进水期，搅拌不曝气）——II（反应期，曝气）——III停曝搅拌期（停止曝气并进行搅拌）——IV沉淀排泥期（静置，不曝气，沉淀和排泥同时进行）——V排水期——VI闲置期（污泥活化）

反应阶段I：进水搅拌，在该阶段内，聚磷菌进行厌氧放磷，DO应控制在0.2mg/L以下；

反应阶段II：此阶段为曝气阶段，在该阶段内除完成BOD5的分解外，还进行硝化和聚磷菌的好氧吸磷，DO应控制在2.0mg/L以上，该阶段曝气时间一般应大于4h；

反应阶段III：此阶段为停曝搅拌阶段，停止曝气，只进行搅拌。在该阶段内将进行反硝化脱氮，由于该阶段中NO₃-N浓度较高，因而一般不会导致磷的二次释放。该阶段历时应在2h以上，时间延长，一方

面使脱氮效率增高，另一方面能降低阶段Ⅰ混合液中NO₃—N浓度，避免对释放磷的干扰；

反应阶段Ⅳ：该阶段为沉淀排泥阶段，该阶段内既进行泥水分离，又排放剩余污泥；

反应阶段Ⅴ：此阶段为排水阶段；

反应阶段Ⅵ：此阶段为污泥活化阶段。

SBR生化处理工艺的除氮、除磷运行方式总的运行时间一般在10~14h范围内。

消毒池：经SBR处理后，污水经滗水器自流进入消毒池。向消毒池内加入次氯酸钠溶液，起到杀灭病原菌，兼起到脱色的作用。

生态塘：消毒池出水经生态塘处理后回用于空舍冲洗。

生态塘建成蓄水以后，如果塘底不进行防渗处理，将会使得项目所在地的地下水位抬升，从而引发周围地区一系列的环境地质问题。故生态塘蓄水前需进行

防渗透处理，防渗层为等效黏土防渗层Mb≥1.5，渗透系数K≤1×10⁻⁷cm/s，同时铺设HDPE膜，以防污水处理站来水渗透进入外环境。

生态塘可配置生态浮岛，利用植物的根系吸收水中的富营养化物质，例如总磷、氨氮、有机物等，使得水体的营养得到转移，减轻水体由于封闭或自循环不足带来的水体腥臭、富营养化现象。必要时可增设增氧机，增加水中氧气含量，防止塘水变质。

污泥干化池：沉淀池及SBR池中的污泥经污泥泵2定时泵入污泥干化池，在污泥干化池底部铺设稻壳设置滤层，污泥在池子中均匀扩散，水经过滤料层，很快就能下渗，渗到池底的废水重新进入集水池待处理。而污泥则被截留在滤料的上面，积到一定程度，定期清理外售利用。

4 处理效果分析

各工艺段处理效果和去除率如表1所示：

表1 污水处理站各污水处理设施设计进、出水质及处理效果表

构筑物	类别	COD	BOD5	SS	氨氮	总氮	总磷	粪大肠菌群数(MPN/L)	蛔虫卵(MPN/L)
格栅	进水水质(mg/L)	426	227	369	77	66	11	6.69×10 ⁶	43
	出水水质(mg/L)	426	227	332	77	66	11	6.69×10 ⁶	43
	去除率%	—	—	10	—	—	—	—	—
集水池	出水水质(mg/L)	426	227	332	77	66	11	6.69×10 ⁶	43
	去除率%	—	—	0	—	—	—	—	—
沉淀池	出水水质(mg/L)	426	227	33	77	66	11	6.69×10 ⁶	43
	去除率%	—	—	90	—	—	40	—	—
调节池	出水水质(mg/L)	426	227	33	77	66	7	6.69×10 ⁶	43
	去除率%	—	—	—	—	—	—	—	—
SBR池	出水水质(mg/L)	34.08	9.08	2.3	5.39	13.2	2	1.34×10 ⁶	43
	去除率%	92	96	93	93	80	70	80	—
消毒池	出水水质(mg/L)	40	15	18	10	15	5	1	0.44
	去除率%	—	—	—	—	—	—	99.99	91
生态塘进水浓度(mg/L)		40	15	18	10	15	5	2	2
生态塘来水水质要求(mg/L)		100	15	70	10	/	5	/	/
生态塘	出水水质(mg/L)	40	15	18	10	15	5	2	0.44
	去除率%	—	—	—	—	—	—	—	—
回用水浓度(mg/L)		40	15	18	10	15	5	3	1
回用水水质要求(mg/L)		/	15	/	10	/	/	3	/

结合项目污水特点，本次评价废水处理工艺为“格栅+集水池+混凝沉淀池+调节池+SBR工艺+出水消毒+生态塘”，根据上述分析，该工艺流程抗冲击负荷能力高，运行稳定；运行管理简单，在技术上是

成熟的、可靠的。

作者简介：夏芸(1997-)，女，汉，南京市，硕士，助理工程师，研究方向：环境影响评价。