

应用USR/SBR组合工艺处理畜禽污水

福建师范大学环境科学研究所 郑育毅

[摘要] 以USR/SBR组合工艺在畜禽养殖污水处理中的成功应用,介绍了工程设计参数与调试监测。竣工验收监测结果表明,出水各项指标均能满足行业排放标准的要求。

[关键词] USR SBR 畜禽污水

近年来,各级政府均大力扶持“菜篮子”工程的建设,畜禽集约化养殖场迅速发展。养殖过程中产生的高浓度粪便污水,特别是高浓度的氨氮和磷会造成水体的富营养化,给环境造成了极大污染。为保护水源及生态环境,促进集约化养殖场的可持续发展,农业、环保部门有针对性地提出了环保型与生态型的不同治污模式, UASB、ABR、USR等形式沼气池和SBR、氧化沟、A2/O等生化处理措施在实际工程中被应用。

福建某果牧农场是一家以母猪繁养为主的中小型养殖场,为了解决高浓度粪便污水对水源及生态环境的污染问题,农场配套建设沼气环保治理工程,工程主体采用“USR/SBR”组合工艺,历经100d的施工、调试、运行后,通过竣工验收。其监测结果表明,出水达到GB18596-2001《国家畜禽养殖业污染物排放标准》中一级排放标准的水质指标要求,并获得大量的沼气作为腐竹生产和日常生活能源,取得良好效益。

1 废水水量与水质

农场规模较小,未采用干清粪,直接以水冲洗的方式进行猪舍卫生清洁。根据《国家畜牧养殖业污染物排放标准》中“集约化畜禽养殖业无干清粪工艺最高允许排水量”规定,结合母猪和仔猪的比例,确定全场每天产生污水量约20m³。

养猪场的污水是在冲洗猪圈过程中产生的,其中含有大量的猪排出的粪便和尿液,以及部分散落的饲料残余,污水中主要污染物是COD、BOD、氮、磷等,属于高浓度有机污水,并且含有较多的细菌群和蛔虫卵。参照国家有关污染物排放标准测算和国内相同养猪场有关实际检测的数据资料,采用无干清粪养猪场排放污水的水质一般为:COD_{Cr} 8~20g/L、BOD₅ 5~10g/L、SS 5~30g/L、NH₃-N 300~1500mg/L。本场实际污水水质指标均值和排放标准要求水质主要指标见表1。

表1 实际污水水质均值和排放标准水质指标

	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)
原污水	9754	5048	7564	446.9	76.20
排放标准	≤400	≤150	≤200	≤80	≤8.0

2 处理工艺

养猪污水中所含有的污染物主要是有机物、氨氮、磷酸盐、粪大肠菌群和蛔虫卵,目前国内外多采用高效厌氧处理装置,结合生物氧化技术,以实现达标排放。本工程选取了非常适用于含高悬浮物畜禽养殖污水的USR厌氧反应器,配合具有可靠除磷脱氮功能的SBR生化工艺,在治污同时又回收沼气能源,设计的简约流程不仅降低工程造价,而且便于管理。处理工艺流程如图1所示。

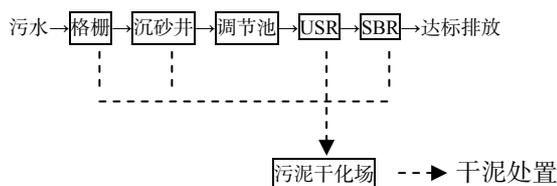


图1 处理工艺流程图

3 主要构筑物

主要构筑物、设备及工艺参数见表2。

表2 主要构筑物、设备及工艺参数

构筑物	型号规模	数量	工艺参数
格栅	不锈钢,5目	1套	8h清渣
沉砂井	砖砌,V=2m ³	1格	HRT=0.5h
调节池	钢混,V=10m ³	1座	HRT=2.5h
USR	钢混,V=150m ³	2座	HRT=15d
SBR	钢混,V=60m ³	1座	HRT=48h
进料泵	50JH10-7-1.5	1台	运行3h/d
吸渣泵	50WL7-12-1.1	2台	运行15min/d
鼓风机	Qs=1.2m ³ /min, N=2.2Kw	1台	连续运行
曝器头	可变微孔,D215	36个	
污泥泵	50WQ7-7-0.55	1台	运行30min/d

4 设计要点

4.1 预处理。包括格栅、沉砂井与调节池。主要在USR之前拦截饲料残渣、悬浮固体,尤其是那些未化开的猪粪和夹带进入污水中的惰性物质(石块、稻草、塑料带及沙砾等),

以减少进入后续系统的废渣量，提高沼气产率，并保护后续处理稳定运行。调节池为圆形，内安装耐腐蚀浓浆液下泵，用于后续 USR 进料。

4.2 USR. 厌氧发酵罐是养猪污水处理的最关键部分在此绝大部分（80%以上）的有机污染物将得到去除，并产生大量沼气，回收能源。

USR 是在 UASB 基础上开发的，起初主要应用在城市污水处理厂的初沉污泥和剩余污泥的消化处理，后来也被应用在含高浓度有机固体废液的厌氧消化处理，适合处理固体含量很高（含固率可达 5%）的有机废水。考虑到农场管理人员的技术素质，本工程采用最容易控制与管理的常温发酵。USR 构造为双截头圆锥形密闭筒罐形式，反应器强化了布水和排渣两个系统。进水所采用的布水系统目的是使污水均匀进水、充分混合，以达到更好的发酵效果；排渣采用动力排渣，解决了传统沼气池因未设置排渣系统而带来的沼渣沉积的问题。USR 后续配套中间沉淀池，有效地去除 USR 出水中携带的少量沼渣，避免了这些厌氧泥对后续好氧处理工艺的影响。本设计两池并联，COD 容积负荷为 $0.50\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ ，总 HRT 为 15d。USR 构造如图 2 所示。

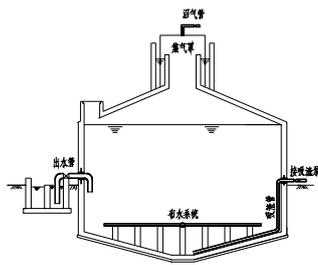


图 2 USR 构造

4.3 SBR. 具备脱氮除磷功能的后续好氧生化是确保畜禽污水达标的最终措施。SBR 是一种理想的活性污泥处理工艺，它具有流程简单、效果稳定、占地小、耐冲击负荷强及具有脱氮除磷能力等优点。该工艺不仅能有效控制活性污泥膨胀，而且适当控制运行方式，实现好氧、缺氧、厌氧状态交替，实现良好脱氮除磷效果。因此设计的 SBR 设施简单，便于操作和维护管理，非常适合农场配备人员的专业技术水平。设计污泥负荷为 $0.2\text{kgCOD}/\text{kgMLSS} \cdot \text{d}$ ， $\text{MLSS}=4000\text{mg}/\text{L}$ ，泥龄 25d， $\text{HRT}=2\text{d}$ 。

5 调试运行及验收监测

5.1 调试运行

调试运行历时近 100d，原污水的水温在 $18\sim 25^\circ\text{C}$ 之间，调试运行包括设备试运行和工艺参数调试。

工艺调试主要进行 USR 和 SBR 的活性污泥的培养与驯化、SBR 中各个阶段 DO 的调控。由于本工程的污水是生猪粪便污水，营养成分组成比例协调，非常便于微生物的生长

繁殖，因此调试中为进行微生物接种。经过近 70d 的逐渐加大水量模式，直至按设计处理量的循序渐进过程，基本实现的 USR 去除率在 85% 以上，日产沼气量约 300m^3 ，可满足农场加工腐竹和日常生活能源需要。SBR 中， $\text{MLSS}>3500\text{mg}/\text{L}$ ，出水 COD 小于 $350\text{mg}/\text{L}$ 。

5.2 验收监测

系统稳定运行 1 个月后，由当地环境监测站连续 5 天的取样监测，其结果表明：处理后出水水质基本达到设计和 GB18596-2001《国家畜禽养殖业污染物排放标准》中一级排放标准的水质指标要求。监测结果见表 3。

表 3 水质监测数据

样品序号	COD_{Cr} (mg/L)	BOD_5 (mg/L)	SS (mg/L)	$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	TP (mg/L)
进水 1	11580	6234	6895	475.8	79.65
进水 2	9473	5002	5916	512.3	88.50
进水 3	13660	6785	10830	655.4	102.7
进水 4	7885	3665	8947	289.7	72.54
进水 5	6372	3554	5232	301.2	57.61
均值	9754	5048	7564	446.9	76.20
出水 1	235.3	103.4	68.7	38.8	7.42
出水 2	184.6	86.45	53.2	42.2	5.25
出水 3	201.2	99.78	78.9	28.6	6.40
出水 4	173.6	83.26	92.3	41.0	4.25
出水 5	219.8	92.71	60.5	38.3	5.53
均值	202.9	93.12	70.7	37.8	5.77

6 结论

(1) 该组合工艺处理养猪场污水可获得良好的效果，出水主要指标均满足排放标准的水质指标要求。

(2) 设施直接投资 26.47 万元。其中土建费用 18.27 万元，设备、管道及安装费用 8.2 万元，吨水投资 13235 元。

(3) 运行费用 1.95 元/吨水。其中电费 1.25 元/吨水，人工费 0.70 元/吨水。

7 体会

(1) 通过合理设计配备 USR 进水布水系统和动力排渣系统，可以确保 USR 去除效率的稳定在 85% 以上，并克服沼渣的淤积。

(2) SBR 工艺设施简单，节约投资，不仅非常适用于在小规模高浓度的污水处理，而且可获得良好的脱氮除磷效果。

参考文献:

- [1] 胡纪萃,周孟津等.污水厌氧生物处理理论与技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2003.
- [2] 王凯军,金冬霞等.畜禽养殖污染防治技术与政策[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [3] 郑育毅.USR+IOD 处理技术在集约化养猪场畜禽污水中的应用[J].环境工程,2006,(4):27-28.