

CASS 工艺在小型污水处理厂的应用

韩 冰 湛鹏飞 王 乐

(中国铝业河南分公司 河南 郑州 450041)

摘 要:本文主要针对小型污水处理厂工程概况和工艺概况进行概述,重点介绍了污水处理厂工程调试及试运行情况,最后结合运行实际情况对 CASS 工艺特点谈了自己的看法。

关键词: 污水处理 CASS 工艺 工程调试 滌水器

CASS Wastewater Treatment Process Application In Mini-Sewage Treatment Plant

Abstract: This article mainly summarizes the engineering situation and technological process of mini-sewage treatment plant, especially the set-up and trial running are presented. Finally some personal views on the special characters of cyclic activated sludge system (CASS) process are described practically.

Key words: Wastewater treatment CASS process Waterspout

0 概述

随着经济的发展,城市人口的增加,生产、生活污水排放量逐渐增加,在上街区内也未有满足全区生活污水处理能力的设施。为建设节约型社会,满足国家十一五发展中关于环保的要求,改善城市水环境,保障城市社会经济的可持续发展,中铝河南分公司与上街区合作建设日接纳污水量为 35000m³/d 的小型污水处理项目。该污水处理厂工程于 2006 年 8 月破土动工,至 2007 年 8 月建成并投入设备调试及试运行,2007 年 12 月 20 日经郑州市环保局验收后转入正常运转。该污水处理厂接纳污水量为 35000m³/d,主要来源为上街区居民生活产生的城市生活污水以及少量小型企业排放工业废水和医院污水,其中生活污水占绝大多数,生活污水中主要污染物包括:有机物、悬浮物和氮磷等。

1 工艺概况

1.1 工艺选择

通过对项目投资预算、占地面积、污水综合指标的考虑,在大量文献调研基础上,得出几种方案,最后经过筛选,我们选用周期循环活性污泥法(Cyclic Activated Sludge System,简称 CASS)。该工艺最早是美国川森维柔废水处理公司 1975 年研究成功并推广应用的废水处理技术专利。该污水处理工艺方案在达到处理要求的前提下,有基建投资少,运行费用低,运行管理简便,工艺先进成熟,自动化控制程度高等优点,特别适合中小城镇的小型污水处理项目。本项目设计进出水水质及排放标准(国家标准城市污水处理厂污染物排放标准中的 IA 级标准)见表 1。

表 1 设计进出水水质及排放标准

项 目	COD /mg/L	BOD ₅ /mg/L	SS /mg/L	pH	氨氮 /mg/L	总磷 /mg/L
进 水	300	140	100	6~9	30.5	3.2
出 水	<30	<10	<10	6~9	<5	<0.3
排放标准 IA	<50	<10	<10	6~9	<5(8)	<0.5

1.2 工艺流程

污水处理厂工艺流程图 1 所示。污水中含有较大颗粒的悬浮物和漂浮物，经过粗细格栅截留，除去上述污染物，防止后续处理构筑物管道、阀门和水泵机组堵塞。污水经进水泵房的污水池用潜污泵抽至沉砂池，在沉砂池中可除去比重较大的无机颗粒，污水经沉砂池后由配水管自流进入 CASS 池进行生物处理，出水进入到混凝、沉淀、过滤一体化净水器去进行深度处理，最后，一部分处理水通过系统补入到中铝河南分公司生产循环水系统，剩余处理水则由加压泵打到出口，排放到下游河道。

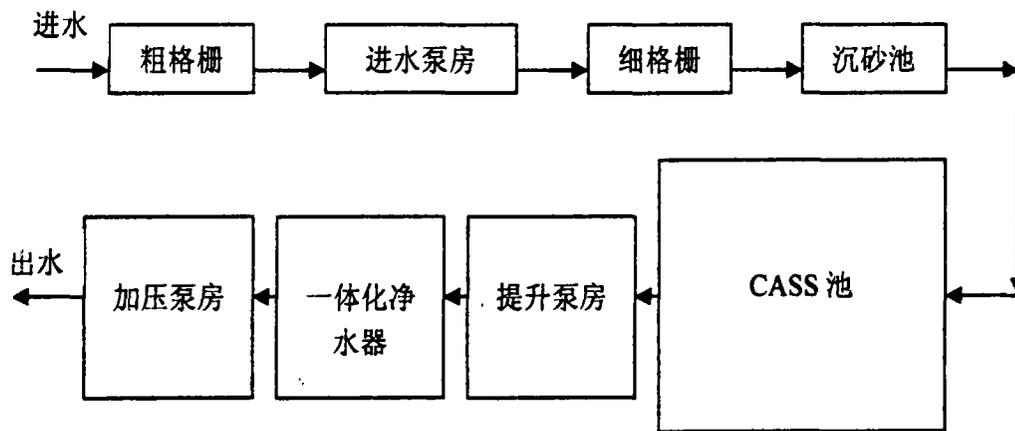


图 1 污水处理厂工艺流程图

CASS 池是污水处理厂的核心，它在 SBR 的基础上前部设置了生物选择区，后部安装了可升降的自动滗水器，曝气、沉淀、排水、静置均在同一池子内周期性循环进行。生物选择区、预反应区和主反应区之间由隔墙隔开，污水由生物选择区通过隔墙下部进入预反应区，经过潜水搅拌器与回流污泥充分搅拌均匀后，一同进入主反应区，托动水层缓慢上升。CASS 反应池构造简图示于图 2。

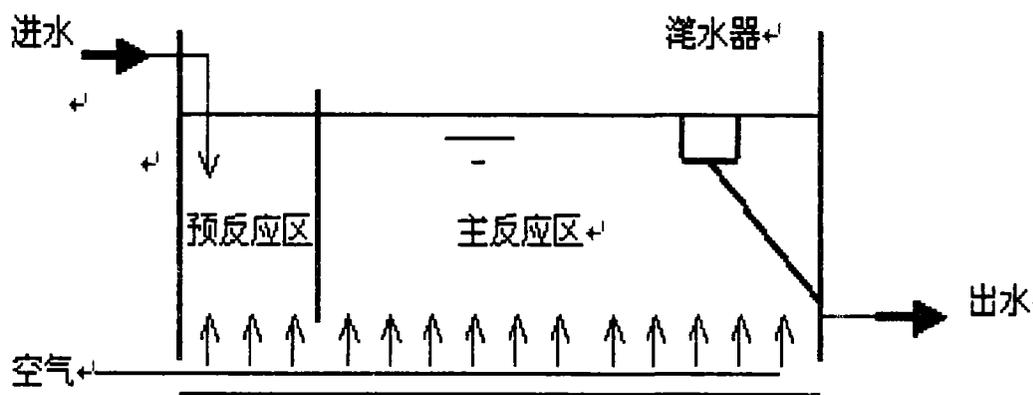


图2 CASS 反应池构造简图

2 工程调试和试运行

污水处理厂调试及试运行是污水处理工程建设的重要阶段，是检验污水处理厂前期设计、施工、安装等工程质量的重要环节。设备安装完工后，按单体调试、局部联动调试和系统联合试运转三个步骤进行。首先，我们将 CASS 池的启动运行作为调试的重点，并根据污水性质、处理工艺及当前气候特点制定了方案，最后确定采用接种培养法对污泥进行培养驯化来达到启动 CASS 池的目睹。具体实施是在 CASS 池中投入其它污水处理厂浓缩脱水后的污泥，闷曝 24h，此后每天排出部分上清液并加入新的污水，逐步加大负荷，此阶段不排泥。培养期间通过镜检密切观察 CASS 池中微生物相的变化；同时进行进、出水水质及反映活性污泥性能指标的测定，包括：SV、MLSS、SVI、COD、BOD₅ 等。随着微生物培养时间的增加，检测到污泥中有大量活跃的原生动物和少量的后生动物，此时 $SVI=80\text{mL/g}\sim 90\text{mL/g}$ ， $SV=18\%\sim 20\%$ ， $MLSS=2000\text{mg/L}\sim 2500\text{mg/L}$ ，表明活性污泥培养基本成功。此阶段完成后即可进入污水厂全面试运行阶段。

污水厂试运行是指在满负荷进水条件下，优化、摸索运行参数，取得最佳的去除效果，同时对工程整体质量进一步全面考核，为今后长期稳定运行奠定基础。此阶段大致包括以下几方面工作：滗水器控制参数的确定，CASS 池运行周期及曝气、沉淀、排水、闲置时间的分配，自控系统的校正、污泥脱水过程中絮凝剂的投加量，一体化净水器助凝剂、混凝剂投加量等。

2.1 滗水器控制参数的确定

CASS 工艺的特点是间歇进水，序批式工作，可依据进、出水水质变化来调整工作程序，保证出水效果。滗水器是 CASS 工艺中的关键设备，工程采用的滗水器是北京绿华环保设备有限公司新开发成功的新型旋转式滗水器。该滗水器采用丝杠套筒式，通过电机的运动，带动丝杠上下移动，从而带动连接于丝杠末端的浮动式滗水堰，完成滗水过程。

每次滗水阶段开始时，中央控制器输出开关量信号至滗水器控制器，再通过变频器以事先

设定的速度首先由原始位置降到水面,然后随水面缓慢下降,下降过程为:下降 10s,静止滗水 30s,再下降 10s,静止滗水 30s,如此循环运行直至设计排水最低水位,通过滗水器的堰式装置迅速、稳定、均匀地将处理后的上清液排至排水井,滗水器下降速度与水位变化相当,排出的始终是最上层的上清液,不会扰动已沉淀的污泥层。滗水器上升过程是由低水位连续升至最高位置,即原始位置,上升时间通过调试摸索确定。滗水器在运行过程中设有限位开关,保证滗水器在安全行程内工作。调试工作主要是根据进出水水质及水量来探索滗水器的排水时间、滗水器最佳下降速度及排水结束后滗水器的上升时间。

2.2 CASS 池运行周期的确定

根据设计单位综合考虑给出 CASS 池运行周期是 4h,其中曝气 2h,沉淀 1h,排水 0.5h,闲置 0.5h。调试过程中发现原水浓度比设计原水浓度低,有必要根据实际废水水质情况来确定运行周期,根据进出水水质指标适当调整周期中各阶段时间的分配,如适当减少曝气时间、延长沉淀时间等,这样在保证出水水质的情况下节省了能耗。根据实际试运行情况,污水厂实际运行周期仍是 4h,其中暂定曝气 1.5h,沉淀 1h,排水 1h,闲置 0.5h,而后由化验及监控数据进行微调。

2.3 自控系统的校准

CASS 工艺之所以在国外得到普遍应用,得益于自动化技术的应用。中铝河南分公司污水处理厂根据工艺流程与厂区设备分布状况,自动控制采用集散式控制系统,由南昌耐林自动化有限公司负责安装。整套控制系统采用现场可编程控制(PLC)与微机集中监控,在进水泵房、鼓风机房、加压泵房及污泥脱水机房各设置 1 台现场控制机(带触摸屏可手动控制);在中心控制室设有 2 台工控机和模拟显示屏。现场控制机独立完成相应的参数设置、数据显示、自动控制、数据通信等全功能,中央控制计算机通过工业现场总线向各现场控制机传输和采集数据,并可根据进、出水水质变化适当调整工作程序,发现问题及时解决。模拟显示屏显示工艺全过程的数据与状态,通过模拟显示屏可以清楚地看到所有设备的运行工况。

2.4 运行结果

从每天监测的水质情况看,CASS 工艺经过上述各阶段的调试和试运行,取得了良好效果。进水水质: $COD_{Cr}=180\text{mg/L}\sim 250\text{mg/L}$, $BOD_5=70\text{mg/L}\sim 150\text{mg/L}$, $pH=7.8\sim 8.5$, $SS=100\text{mg/L}$ 左右;出水经常保持在 $COD_{Cr}=20\text{mg/L}$ 以下, $BOD_5=10\text{mg/L}$ 左右, $SS=10\text{mg/L}$ 左右, $SVI=80\text{mL/g}\sim 90\text{mL/g}$, $SV=18\%\sim 20\%$, $pH=7.4\sim 8.2$,达到了国家关于城镇污水处理厂的排放标准。

CASS 工艺产生的污泥量较少,污泥性质稳定,具有良好的沉降、絮凝、脱水性能。调试

试运行至今未发生污泥膨胀现象，这样更从实践上验证了 CASS 工艺的优越性。

2.5 污泥脱水絮凝剂投加量

生化池排出的剩余污泥和一体化净水器的污泥经过污泥池的初次沉淀消化，含水率为 98% 左右，然后通过污泥泵进入到脱水系统。污泥脱水系统由切割泵、进料泵、加药泵、加药系统、离心机、自控柜等组成。离心机使用的絮凝剂为阳离子型聚丙烯酰胺，因为阳离子型适合生活污水污泥有机质多的特点，投加量由配药系统确定，药剂通过配药螺旋进入配药箱，然后经由搅拌器搅拌跟水均匀混合至浓度 1% 左右，然后经过加药泵打入离心机，加药泵流量为 $2\text{m}^3/\text{H}$ ，根据螺杆泵效率测算加药量在 $1.6\text{m}^3/\text{H}$ 左右。

2.6 一体化净水器助凝剂、混凝剂投加量

混凝、沉淀、过滤一体化净水器投加使用助凝剂 10% 聚合氯化铝 (PAC)、混凝剂 0.1% 聚丙烯酰胺 (PAM)。投加量分别为 PAC 每 1L 进水投加 10mg，PAM 为每 1L 进水投加 2mg，该投加量是经过试运行一段时间经验投加量确定，实际投加时可根据进水浑浊度变化而在此数据上增减。

3 CASS 工艺的特点

从中铝河南分公司污水处理厂的运行实践来看，CASS 工艺与其它污水处理工艺相比确实是一种先进实用的工艺。具体体现在以下几个方面：

(1) 此工艺建设费用低，与常规活性污泥法相比，省去了初次沉淀池、二次沉淀池及污泥回流设备，工艺流程简洁，建设费用可节省 10%~25%，占地面积可减少 20%~35%。

(2) 运转费用省。由于曝气是周期性的，重新开始曝气时，氧浓度梯度大，传递效率高，节能效果显著，运转费用可节省 10%~25%。

(3) 有机物去除率高，出水水质好，不仅能有效去除污水中有机碳源污物，而且具有良好的脱氮除磷功能。

(4) 管理简单，运行可靠，能有效防止污泥膨胀。与传统的 SBR 工艺相比，CASS 最大的特点在于增加了一个生物选择区，设置生物选择区的主要目的是使系统选择出良好的絮凝性生物。

据有关资料 (参考文献 1) 介绍，污泥膨胀的直接原因是丝状菌的过量繁殖。由于丝状菌比菌胶团的比表面积大，因此，有利于摄取低浓度底物。而一般丝状菌的比增殖速率比其它细菌小，在高底物浓度下菌胶团和丝状菌都以较大速率降解底物和增殖，但由于菌胶团细菌比增殖速率较大，其增殖量也很大，从而占优势。所以 CASS 池首端设计合理的生物选择区可以有效地抑制丝状菌的生长和繁殖，克服污泥膨胀。

(5) 控制系统设计紧密结合 CASS 工艺特点，管理简单，运行可靠。CASS 工艺要求周期性

地对相关设备进行控制，在系统设计与软件编程上我们采取了以下做法：①滗水器的滗水量采用了准 PWM 法，即在排水进程滗水器间歇下降，由于下降时间与间歇时间均可方便设定，实现了非调速滗水机滗水量的控制；②中心控制室内可方便地设定曝气时间曝气量；③采取了超低水位进程暂停、超高水位声光报警等较完备的保护措施。④潜污泵采用自动循环备用的自控模式，使每台泵的运行几率尽可能相同；避免了自动备用方式造成的主泵过度运转。日处理量 35000m³/d 的污水处理厂，只需每班运行管理工 5~8 人，而我国相同规模采用传统污水处理工艺则需运行管理工 30 人以上。

(6)污泥产量低，性质稳定，便于进一步处理与处置。

4 结语

4.1 通过本例污水处理厂调试及试运行情况看来，CASS 工艺在小型污水处理厂工艺是成功的，并且完全可以符合小型污水处理厂处理要求。

4.2 通过本文的论证，CASS 工艺处理污水是可以值得在中小城镇的小型污水处理厂推广应用的。

4.3 在日后的污水处理应用领域中，应当注意设计进水量与实际进水量之间的比例关系，由于季节等其他因素影响，有时水量大，有时水量小，设计时应参考最大进水量进行按比例放大，确保污水处理厂不管高峰还是低谷水量均能均匀处理。

4.4 在实际生产活动下，可以通过增建生化反应池，扩大污水处理厂处理能力，以适应城市发展需要；也可以通过技术改造，用来完善工艺体系，改进设备运行模式，达到良好预期的处理效果。

参考文献

- 1.王福珍 《污泥膨胀问题与序列间歇式活性污泥法》 中国环境科学 1995, 15(2): 131~134
- 2.张瑞雪 《中国铝业河南分公司生活污水污水处理初步设计》沈阳铝镁设计研究院 2006.10
- 3.张统 《间歇式活性污泥法污水处理技术及工程实例》化学工业出版社 2002.4