

应用 CASS 工艺处理合成氨工业废水

周忠华, 李陈

(重庆江津禾丰有限责任公司 生技处, 重庆 402260)

摘要: 某氮肥企业采用 CASS 工艺处理合成氨、尿素工业废水, 在进水平均 pH 值为 8.58, $\text{NH}_3\text{-N}$ 、COD 的平均质量浓度分别为 93.31、199.56 mg/L 的条件下, 经曝气(3 h)、沉淀(1.5 h)、滗水(1.0 h)、闲置(0.5 h) 4 个阶段共 6 h 处理后, 出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、COD 的平均质量浓度分别为 34.60、60.92 mg/L, 达到了《合成氨工业水污染物排放标准》(GB 13458-2001) 要求。

关键词: 合成氨废水; CASS 工艺; 废水处理; 工程实例

中图分类号: X703.1 文献标识码: B 文章编号: 1009-2455(2007)02-0069-03

某化工有限责任公司是以天然气为原料生成尿素的氮肥生产企业, 年产尿素 12 万 t。为了建设环境友好型企业, 公司近年来相继进行了清洁生产、循环水改造、清污分流等一系列节能、环保的技术改造。2005 年公司采用 CASS 工艺建成一套终端污水处理装置, 将各车间污水集中进行处理, 经过半年多的试运行, 整套装置运行良好, 能够保证含氨废水达标排放。

1 废水来源、水质水量特点及排放要求

1.1 废水来源

废水来源主要是合成氨系统和尿素系统生产所排工业废水, 包括各机泵密封冷却水、锅炉排污、循环冷却水排污、过滤罐洗涤用水、脱盐系统酸碱再生废水、含氨氮解吸废液、各分离器排污、少量压缩机含油废水等。

1.2 水质水量特点

废水主要含 $\text{NH}_3\text{-N}$, 另含少量尿素和油, 每天排放生产污水大约 1 200 t, 排放量变化较大。生活污水另行处置, 未进入该系统。

1.3 排放要求

废水排放执行国家标准《合成氨工业水污染物排放标准》(GB 13458-2001)。进水水质及排放标准见表 1。

2 工艺选择与工艺流程

2.1 工艺选择

处理氮肥企业生产废水有物理法(吹脱法)、化

表 1 设计进水水质及排放标准

项目名称	pH 值	($\text{NH}_3\text{-N}$) / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	(COD) / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
进水水质	9~10	200	190
排放指标	6~9	70	150
项目名称	(SS) / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	(石油类) / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	
进水水质	200	10	
排放指标	200	10	

学沉淀法和生物法等多种方法。吹脱法主要利用氨氮的气相浓度和液相浓度之间的气液平衡关系进行分离。该工艺较复杂, 投资和运行费用较高, 同时排出的气态氨需要用稀酸进行吸收, 易造成二次污染。化学沉淀法系采用化学物质与氨氮发生化学反应来去除氨氮, 该法操作简单, 容易控制, 脱氮效果稳定。缺点是运行费用高, 腐蚀性强, 产生的污泥量大, 且不易处理。一般在氨氮含量高, 水量小的情况下才采用。生物脱氮法被大多数企业采用。在生物脱氮工艺中, 氧化沟、SBR、CASS 等处理工艺均能够满足脱氮的要求。污水氨氮的质量浓度低于 200 mg/L, 通常在 100 mg/L 左右, 可以选择生物法进行脱氮处理。氧化沟工艺, 工程占地面积较大, 处理单元较多, 污水工程投资多, 运行费用高, 处理流程复杂。SBR 工艺是传统工艺, 需设初沉池、二沉池、污泥回流等, 同样面临污水工程投

收稿日期: 2006-08-21; 修回日期: 2006-12-22

资多, 运行费用高的问题。CASS工艺是在SBR基础上发展起来的一种新型污水处理工艺, 是目前国际上较为先进的处理工艺。其流程简单, 运行管理方便, 耐冲击负荷强, 处理效果好, 在运行中可以根据进水水质和排放标准控制运行参数, 如有机负荷, 工作周期、水力停留时间等, 通过调整这些参数使污水处理设施在满足出水水质要求的前提下降低运行成本。与SBR比较, 它属连续进水, 硝化反应和反硝化反应在同一反应器中进行, 单池(CASS池)即可完成处理的全过程。不需设初沉池、二沉池等, 投资费用较省。采用吹脱法、化学沉淀法、CASS工艺所需工程投资、运行费用数据如表2所示。

表2 不同脱氮处理工艺的投资、运行费用比较

处理方法	投资/(元·t ⁻¹)	运行费用/(元·t ⁻¹)
吹脱法	2 375	3.55
化学沉淀法	2 098	3.18
CASS工艺	2 083	1.75

由上述技术经济比较可以看出, CASS工艺在经济、技术上具有较大优势, 因此, 我们决定采用具有良好脱氮功能的CASS工艺进行废水处理^[1]。

2.2 工艺流程

CASS工艺流程示意如图1所示。

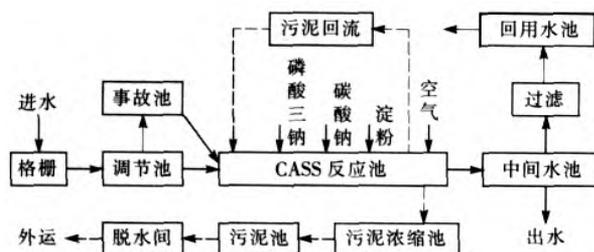


图1 工艺流程

污水由格栅池进入调节池, 均质后被提升泵抽到CASS池的生物选择区的底部, 再从溢流口进入兼氧区, 通过鼓风机和安装在池底的曝气管少量曝气, 然后从兼氧区底部进入主反应区, 进行充分曝气。污水中溶解氧的质量浓度一般控制在2~4 mg/L。污水中的氨态氮先经亚硝化细菌的作用被氧化成亚硝态氮, 再经硝化细菌的作用转变成硝态氮。主反应区中的混合液通过污泥回流管部分回流至生物选择区, 回流量约10%。停止曝气后, 硝化作用逐渐减弱, 反硝化作用开始增强, 硝态氮在

反硝化细菌的作用下最后变成氮气逸出。由于该废水有机碳源不足, COD的质量浓度不大于200 mg/L(一般要求碳氮质量比大于4时, 才能满足反硝化细菌对碳源的要求^[2]), 同时缺磷, 因此需要人工补充淀粉、磷酸三钠等营养物质。本工艺补充碳源、磷源全部在CASS池进行, 采取不间断方法持续补充。同时, 需适时补充碳酸钠等调节pH值, 使生化反应控制在最佳状态。在整个处理周期中, 污水历经曝气(3 h)、静置沉淀(1.5 h)、滗水(1.0 h)、闲置(0.5 h)4个阶段共6 h处理后, 从滗水器排到中间水池, 经采样分析和在线监测合格后达标排放, 或加入混凝剂经过滤后进入回用水池, 再经过消毒后用于厂区绿化和冲洗地面等。

3 主要构筑物及工艺设计参数

主要构筑物及工艺设计参数见表3。

4 系统调试运行状况

该处理装置于2005年12月20日建成, 并开始试运行。从江津市污水处理厂引种脱水污泥, 进行驯化、培养。先“闷曝”3 d后, 逐渐进少量清水曝气, 外加一定量的鸡粪、猪粪等营养物。7 d以后, 活性污泥开始形成并逐渐增加, 监测污泥MLSS的质量浓度为2 062 mg/L, SV₃₀为8%。逐渐引入污水, 分析进出水氨氮、pH值、温度等。进水量由10 m³/h、20 m³/h逐渐增加, 最终进水量达到40 m³/h。经过约30 d后, 在电镜下观察到明显的钟虫等原生物, 表明培菌已经成功。该处理装置进入污水处理试运行阶段后, 连续监测分析SV₃₀、MLSS、pH值、NH₃-N、COD、SS等项目, 结果见表4。由表4可得: 出水pH值平均为6.85, 出水SS、NH₃-N、COD的平均质量浓度分别为62.10、34.60、60.92 mg/L, 均达到《合成氨工业水污染物排放标准》(GB 13458-2001)的要求。出口悬浮物略高于进口(平均值之差为10.81 mg/L), 这是因为处理前的污水本身比较清澈, 悬浮物较低, 而CASS池活性污泥中的悬浮物, 静置后不能完全沉淀, 滗水时进入中间水池后, 未过滤处理直接外排引起, 但不影响达标。

5 技术经济分析

5.1 投资建设

整个废水处理装置工程占地面积约1 500 m², 投资370万元, 从2005年7月开工建设, 12月建成投入试运行, 2006年6月通过环保验收。

表 3 主要构筑物及工艺设计参数

构筑物名称	规格尺寸/m	有效容积/ m ³	主要设备		备注
			名称	数量/台	
格栅池	4 ×1 ×1(h)		格栅机	1	HCF- 40 栅距 5 mm, N= 0.37 kW
			人工启闭机	4	
调节池	10 ×9 ×5(h)	430	提升泵	3	N= 3 kW, 流量 30 m ³ /(h·台)
事故池	10 ×5 ×5(h)	225	提升泵	1	N= 1.1 kW, 流量 15 m ³ /(h·台)
CASS池	生物选择区	5 ×4 ×5.5(h)			
	预反应区	5 ×4 ×5.5(h)			
	主反应区	20 ×4 ×5.5(h)	400	污泥回流泵	1
中间水池	6 ×10 ×5(h)	300	滗水器	1	N= 0.37 kW
回用水池	6 ×4 ×5(h)	120	过滤水泵	2	N= 3 kW
			回用水泵	1	N= 18.5 kW
			反冲泵	1	N= 3 kW
污泥池	2 ×3 ×2.5(h)	15	污泥泵	1	N= 3 kW
浓缩池	6 ×2.5 ×6(h)	90	螺杆泵	2	N= 3 kW
污泥脱水间	5.7 ×3.6		压滤机	1	N= 1.5 kW
鼓风机房	5.7 ×3.6		鼓风机	3	N= 18.5 kW, Q= 7.6 m ³ /min, H= 60 kPa
加药间	3.7 ×3.6		加药泵	3	N= 0.12 kW

注: CASS池 2 座, 并联运行; 其它构筑物为单套。

表 4 废水处理装置进水与出水监测结果

取样日期 (月 - 日)	pH 值		(SS) / (mg·L ⁻¹)		(NH ₃ -N) / (mg·L ⁻¹)		NH ₃ -N 去除率 / %	(COD) / (mg·L ⁻¹)		COD 去除率 / %
	进水	出水	进水	出水	进水	出水		进水	出水	
05 - 17	8.65	6.70	56.18	58.62	113.64	50.09	55.92	182.63	72.79	60.14
05 - 22	8.55	7.06	42.64	62.38	98.64	42.55	56.86	152.19	45.66	70.00
05 - 31	8.32	6.87	60.35	67.75	78.63	30.14	61.67	209.33	72.89	65.18
06 - 07	8.79	6.77	45.97	59.66	82.34	15.63	81.02	254.10	52.32	79.41
平均值	8.58	6.85	51.29	62.10	93.31	34.60	63.87	199.56	60.92	68.68

5.2 运行费用

系统运行至今, 经核算废水处理费用约为 0.55 元/m³(未包括设备折旧费), 其中电费约 0.16 元/m³, 工资 0.18 元/m³, 碳源、磷源等药品费 0.15/m³, 其它费用约 0.06 元/m³。

6 结语

该工艺占地面积小, 投资省, 运行费用较低, 处理效果好, 处理污水产生剩余污泥很少。系统从试运行至今, 还没有排放过污泥。废水处理的整个过程中连续进水不会对水质造成影响。

合成氨工业废水缺磷, COD 含量较低, 必须每天向 CASS 池投加一定量的淀粉及磷酸三钠, 使碳氮的质量比大于 4, 保证反硝化细菌代谢所需要

的营养物质。

中小型氮肥企业的生产废水治理一直是困扰企业发展的难题之一, 这一工程实例, 为同行业相似企业治理工业废水提供了有益的借鉴。

参考文献:

- [1] 张统, 侯瑞琴, 王守中, 等. 间歇式活性污泥法污水处理技术及工程实例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [2] 操卫平, 冯玉军, 李正山, 等. 高氮低碳废水生物脱氮研究进展[J]. - 化工环保, 2004, 24(4): 266-267.

作者简介: 周忠华(1971-), 男, 重庆綦江县人, 工程师, (电话)023- 47581206(电子信箱) zzh6465@163.com.