臭氧高级氧化组合技术应用于垃圾渗滤液NF浓缩液处理工程—总氮去除问题的分析

（涂云飞 江苏康尔环境科技有限公司）

摘　要： 通过对现有实际工程案例臭氧高级氧化工艺的探讨，结合实际案例中NF浓缩液总氮的去除效果，通过数据的对比和分析，总结出该工艺在实际运行中存在的问题，对今后该工艺在NF浓缩液处理工程的设计和运行提供参考。

关键词：高级氧化 垃圾渗滤液 总氮 氨氮

国内垃圾渗滤液处理技术在过去的十几年间经历了飞速的发展，从最初的混凝沉淀+简单生物处理去除色度，到现在的多段生化工艺+双膜处理技术，该工艺以其稳定高效的工艺特点，也让其成为国内渗沥液处理行业的首选。但NF浓缩液一直是绝大部分渗沥液厂的一个处理难点，现目前，绝大部分渗沥液厂的浓缩液都是通过回灌填埋场的方式进行处理，但是长时间的回灌会导致难降解有机物和盐分的累积，最终将会影响现有的生化处理工艺。此次通过对现有NF浓缩液处理工艺过程中总氮的去除问题进行分析总结，为今后类似项目的设计提供参考。

1、项目概况

本项目为成都市某垃圾填埋场垃圾渗滤液处理项目，垃圾渗滤液处理规模为2000m^3/d（包含1000m^3填埋场渗滤液处理任务和1000m^3垃圾发电厂渗滤液处理任务）。渗滤液处理工艺为UABF+A/O+A/O+MBR+NF+RO+DT+高级氧化，其中设计的NF浓缩液处理

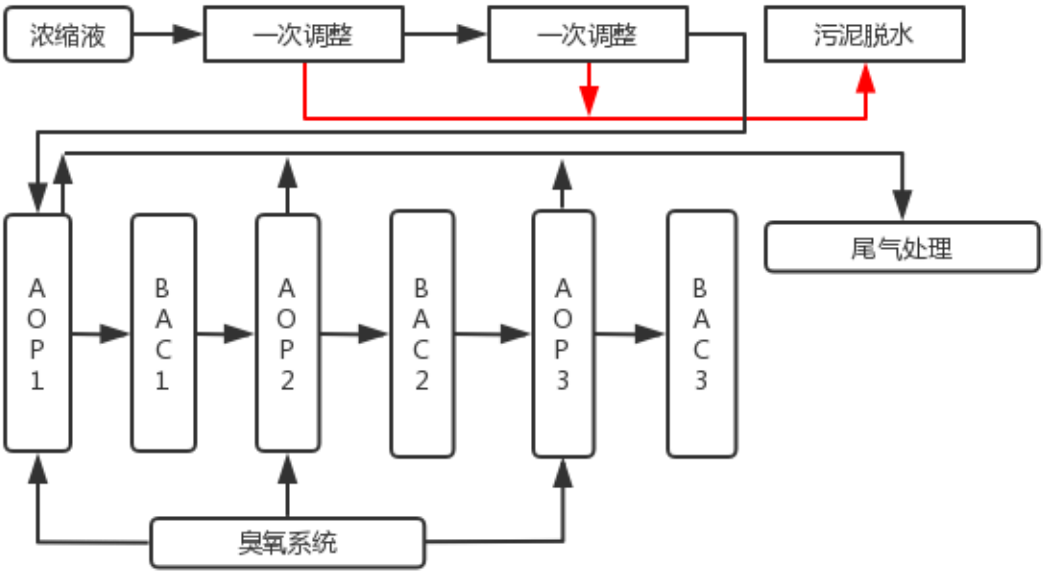
量为 80m³/d。浓缩液处理单元设计水质见下表 1：

表 1 设计进出水指标

项目	进水水质	出水水质标准
COD_{Cr}/（mg/L）	≤15000	≤100
BOD_5/（mg/L）	≤150	≤30
总氮/（mg/L）	≤100	≤40
氨氮/（mg/L）	≤25	≤25
悬浮物/（mg/L）	≤30	≤30

2、浓缩液处理工艺流程

图 1 臭氧高级氧化工艺流程图



该工艺流程为：一次调整+二次调整+AOP+BAC，其中一次调整是通过投加混凝剂去除大部分胶体粒子性状的大分子有机物，该工艺段对 COD 的去除率能达到 80%～85%。二次调整是通过投加碳酸钠，形

成钙镁的碳酸盐，将 pH 控制在 10.5 以上，达到去除水中钙镁离子的目的，钙镁离子的去除率能达到 90%以上。二次调整完以后的水进入后端的 SHAS(AOP+BAC)工艺进行深度氧化处理。

该工艺对氮的去除依托两个阶段：一、通过混凝剂将大分子有机物从水中分离的过程，部分含氮有机物会在此阶段被一起从水中分离，此阶段的有机氮去除率在 50%左右；二、通过 BAC 进行反硝化，利用反硝化菌将氧化阶段形成的硝态氮还原为氮气。

同时为了验证BAC的反硝化效果,项目调试期分别在BAC2和BAC3内投加了一定量的生化污泥（取至渗滤液前端生化池），且投加了一定量碳源，来促进反硝化过程。

该项目 NF 浓缩液中的总氮主要是以有机氮形式存在，硝态氮≤10mg/L，氨氮≤2mg/L。

3、调试运行数据

下表 2 为 2020 年 3 月至 2020 年 9 月期间，调试运行数据。

表 2 2020 年 3 月—2020 年 9 月调试运行数据

日期	总氮平均值（mg/L）								氨氮平均值（mg/L）							
	进水	混凝	AOP1	BAC1	AOP2	BAC2	AOP3	BAC3	进水	混凝	AOP1	BAC1	AOP2	BAC2	AOP3	BAC3
2020 年 3 月	125.2	58.1	58.0	55.4	55.2	44.2	44.1	35.6	2.0	1.8	1.8	1.7	1.7	2.1	2.0	1.8
2020 年 4 月	130.1	57.1	56.5	55.0	54.9	40.1	39.8	30.1	1.8	1.7	1.7	2.2	2.3	2.9	3.0	3.2
2020 年 5 月	138.5	63.4	62.8	58.8	58.0	42.2	42.0	31.1	1.8	1.8	1.8	3.9	4.0	5.0	5.1	5.5
2020 年 6 月	142.5	68.3	68.1	60.2	60.1	45.7	45.4	32.2	1.6	1.6	1.5	8.9	9.0	14.1	14.3	15.2
2020 年 7 月	128.8	60.5	59.9	50.9	50.7	39.7	39.5	28.7	1.7	1.7	1.7	12.3	12.4	19.4	19.9	20.0

2020 年 8 月	136.7	67.6	66.6	58.5	58.0	43.2	43.1	34.3	1.5	1.5	1.6	6.7	7.0	10.5	10.8	15.2
2020 年 9 月	141.8	66.7	65.3	55.4	55.0	44.3	44.2	32.1	1.4	1.4	1.5	6.5	6.9	10.2	10.1	13.5
日期	硝态氮平均值（mg/L）								有机氮推算平均值（mg/L）							
	进水	混凝	AOP1	BAC1	AOP2	BAC2	AOP3	BAC3	进水	混凝	AOP1	BAC1	AOP2	BAC2	AOP3	BAC3
2020 年 3 月	5.5	6.0	18.4	15.8	20.1	9.1	18.6	10.1	117.7	50.3	37.8	37.9	33.4	33.0	23.5	23.7
2020 年 4 月	6.2	6.0	17.3	15.8	22.1	7.3	15.5	5.8	122.1	49.4	37.5	37.0	30.5	29.9	21.3	21.1
2020 年 5 月	5.4	5.3	19.5	15.5	20.2	4.4	14.3	3.4	131.3	56.3	41.5	39.4	33.8	32.8	22.6	22.2
2020 年	7.2	7.1	20.1	12.2	19.3	4.9	15.0	1.8	133.7	59.6	46.5	39.1	31.8	26.7	16.1	15.2

6 月																
2020 年 7 月	8.0	8.2	20.6	11.6	16.7	5.7	12.1	1.3	119.1	50.6	37.6	27.0	21.6	14.6	7.5	7.4
2020 年 8 月	5.8	6.0	18.8	10.7	18.6	3.8	14.2	5.4	129.4	60.1	46.2	41.1	32.4	28.9	18.1	13.7
2020 年 9 月	4.7	4.8	18.7	8.8	17.0	6.3	16.1	4.0	135.7	60.5	45.1	40.1	31.1	27.8	18.0	14.6

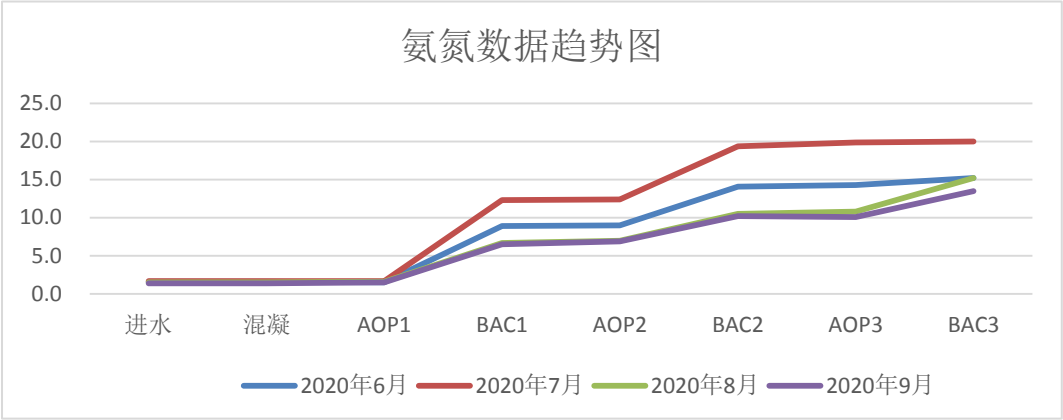
分析表 2 调试运行数据，可以得出以下几点：

1、总氮在混凝沉淀阶段有很好的去除效果，特别是有机氮的去除，基本上能达到 50%以上的去除率，此阶段的无机氮基本上不会有去除效果。

2、从氨氮统计数据可以看出，氨氮的产生主要集中在 BAC 反应阶段，且氨氮产生以后只会逐步累积，AOP 和 BAC 反应阶段基本上对于形成的氨氮没有去除效果。3、4、5 月基本上只有微弱的上涨，6、7 月上涨明显，主要集中在 BAC1 和 BAC2 如下图 2 氨氮数据趋势图所示，在对 BAC1 和 BAC2 进行规律反冲洗后，8、9 月数据趋于稳定。氨氮上

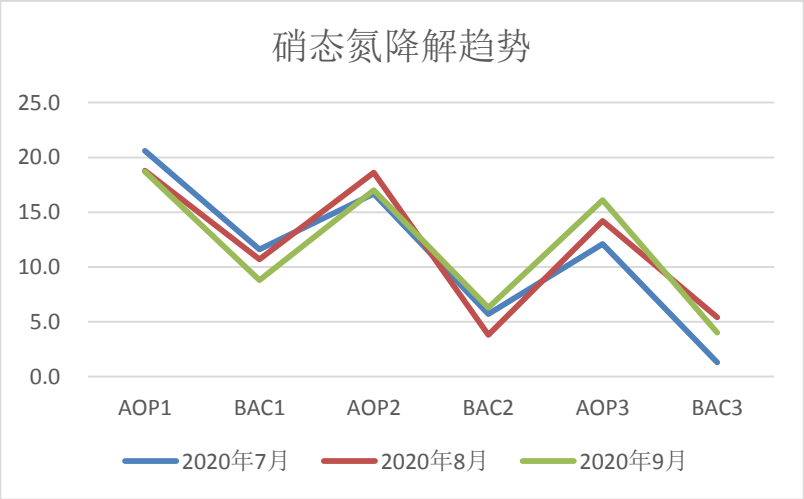
涨主要原因是 BAC 内生长的厌氧菌对含氮有机物进行的氨化反应，规律适当的反冲洗能有效降低氨氮的产生。

图 2 氨氮数据趋势图



3、从硝态氮数据可得出图 3 硝态氮降级趋势图，从中可以看出，BAC 反应段反硝化反应效果明显，特别是 BAC2 和 BAC3，在 BOD 不足的情况下，外加碳源，反硝化效果依然明显。

图 3 硝态氮降解趋势



4、结语

从半年的调试数据来看，在浓缩液总氮浓度不超过 150mg/L 的情况下，该工艺基本能稳定总氮出水达标。同时由于臭氧氧化能有效的

提高B/C，多级氧化+生物活性炭的工艺设计，能大大的降低为进行反硝化而需要投加的碳源，对于很多其他类型污水厂的提标改造项目也具有很大的参考价值。

参考文献：

[1] 邱家洲,王国华,徐品虎等. 臭氧高级氧化组合技术处理垃圾渗滤液达标[J]. 中国给水排水，2011，27(23)：104~108.

[2] 陆少鸣,黄海真,方平等.臭氧生物活性炭在给水深度处理中的应用[J]. 水处理技术，2006，32(10)：57~59.

[3] 乔锋,沈燕,邱家洲等. 臭氧高级氧化组合技术用于垃圾渗滤液深度处理[J]. 中国给水排水，2013，29(18)：124~127.