

SBR 工艺处理垃圾渗滤液研究及应用现状

时晓宁,王淑莹,孙洪伟,彭永臻

(北京工业大学环境与能源工程学院,北京 100022)

摘要:垃圾渗滤液已经是地下水最重要的污染源。本文阐述了垃圾渗滤液的危害,分析了垃圾填埋场渗滤液的特点,概述了处理垃圾渗滤液的主要方法及其特点,并对近年来 SBR 工艺在垃圾渗滤液处理方面应用和研究进展情况进行了综述。结合工程实例对 SBR 组合工艺进行了分析与比较,指出了目前各类处理工艺的优缺点,针对 SBR 工艺在渗滤液处理中可以实现的有意义的研究方向作了简单阐述。

关键词:垃圾渗滤液;SBR;组合工艺

中图分类号: X703.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-3700(2009)02-019-06

垃圾渗滤液是地下水最重要的污染源,渗滤液中含有相当多的有毒物质,且浓度很高,正成为环境的巨大威胁。尤其是渗滤液中含有高浓度氨氮,如果排放到水体中,会成为引起水体富营养化的重要原因之一,同时给其处理工艺的选择带来困难。

1 垃圾渗滤液的水质特点及其处理难点

垃圾渗滤液属于高氨氮、难降解废水,其性质取决于垃圾的成分、填埋时间、气候条件和填埋场设计等多种因素,具有的水质特征如表 1 所示,一般来说,有以下特点:

(1) 有机物浓度高且污染物种类繁多。垃圾渗滤液中含有大量有机物,郑曼英^[1]等人对广州大田山垃圾填埋场垃圾渗滤液有机污染物的分析表明,渗滤液中可监测到有机物 77 种,其中有可疑致癌物 1 种、辅致癌物 5 种,被列入我国环境优先污染物“黑名单”的有 5 种以上。(2) 水质、水量变化大。这是渗滤液的主要特点,渗滤液 COD 变化范围一般

为 1 200 ~ 54 412 mg·L⁻¹。(3) NH₃-N 含量高,营养元素比例失调。渗滤液中 NH₃-N 的含量一般在 1 000 ~ 3 000 mg·L⁻¹,随着填埋年数的增加而增加,所以 NH₃-N 的去除一直是垃圾渗滤液处理的重点和难点。(4) 重金属离子含量高。渗滤液中含有十多种重金属离子,主要包括 Fe、Zn、Cd、Cr、Hg、Mn、Pb、Ni 等。

2 垃圾渗滤液的处理方法及存在的问题

目前的渗滤液的处理方法可分为回灌法、物化法和生物法处理三大类。

(1) 回灌法。渗滤液的回灌处理是将垃圾填埋场产生的未经处理的渗滤液部分或全部喷灌至填埋场的表面,利用土壤层和填埋层中微生物的净化作用,以及土壤的物化吸附作用,使渗滤液得到净化的处理方法。回灌存在许多问题,例如,进水悬浮物过高或者微生物过量繁殖容易造成土壤堵塞;垃圾层中因厌氧消化而出现的酸积累;对氨氮的去除效果

表 1 渗滤液的典型水质特征

Table 1 Characters of typical landfill leachate

| 项目 | 数值 | 项目 | 数值 | 项目 | 数值 |
|---|--------------|------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| COD/mg·L ⁻¹ | 1 200~54 412 | pH | 5.5~8.5 | 颜色 | 黄~黑灰色 |
| BOD ₅ /BOD/mg·L ⁻¹ | 200~19 000 | TP/mg·L ⁻¹ | 0.6~71.9 | 嗅 | 恶臭 |
| NH ₃ -N/NH ₄ ⁺ -N/mg·L ⁻¹ | 20~7 400 | TOC/mg·L ⁻¹ | 1 500~20 000 | 总残渣/mg·L ⁻¹ | 2 356~35 703 |
| Pb/mg·L ⁻¹ | 0.069~1.53 | SS/mg·L ⁻¹ | 200~1 000 | 总硬度/mg·L ⁻¹ | 3 000~10 000 |
| Cr/mg·L ⁻¹ | 0.01~2.61 | Hg/mg·L ⁻¹ | 0~0.032 | As/mg·L ⁻¹ | 0.1~0.5 |

收稿日期 2008-05-13

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划重点项目—SBR 工艺城市污水处理厂节能降耗关键技术(2006BAC19B03)

作者简介:时晓宁(1982-)女,硕士研究生,研究方向为高氨氮垃圾渗滤液的生物处理技术研究与应用;联系电话:010-67392627

联系作者:王淑莹,教授,博士生导师,联系电话:010-67392627;E-mail:wswy@bjut.edu.cn。

不够理想,表面喷灌时散发臭味。

(2)物化法。目前采用的处理渗滤液的物化法主要有混凝、化学沉淀、活性炭吸附、反渗透膜、超滤、AOPs(即高级氧化过程,包括湿式氧化、光化学氧化、Fenton 法氧化等)、蒸干法和吹脱等方法。

物理方法运行费用高,去除氮的效果不好,不能完全的处理垃圾渗滤液。例如:反渗透膜、超滤技术的费用极高,活性炭吸附容易堵塞,运行费用高;混凝沉淀法的混凝剂费用较高,产生的污泥会对环境造成二次污染;吹脱法不仅处理费用高,而且没有将水中的氨从真正意义上去除,只是转化了存在的形式而已。

(3)生物处理方法。生物处理法是目前为止,最为经济、实用的处理方法,尤其是在脱氮方面表现出了更突出的优势,可以彻底的将废水中的氨氮转变成无毒无害的氮气。生物法处理渗滤液是利用微生物将渗滤液中的有机污染物降解而达到净化的目的。目前采用的处理渗滤液的生物法包括好氧生物法和厌氧生物法两大类。

好氧生物法主要有活性污泥法、生物接触氧化、生物转盘、生物活性炭流动床、氧化塘等。对有机污染物较高的去除率,处理成本也比较合适。但好氧处理只适用于处理垃圾填埋初期产生的可生化性较好的渗滤液,而且系统易受渗滤液水质水量波动的冲击,当渗滤液中氨氮、重金属离子等污染物浓度较高时还必须进行预处理。

处理渗滤液的厌氧生物处理通常采用 UASB 法、ABR 法、ASBR 法、厌氧混合床过滤系统、厌氧滤池等。厌氧生物处理垃圾渗滤液的优点是能耗少、操作简单,运行费用低廉,产生的剩余污泥量少;可降解一些难降解的有机物。在实际应用中,当有机物浓度和氨氮浓度较高时,需后接好氧处理。

综上所述,由于物化法和回灌法的投资高,脱氮效果差,使其在节能降耗的应用中有很大的局限性。而生物处理却因为其节能降耗、高效的脱氮效果凸显出了优势。其中 SBR 工艺是生物处理中最常用的,在垃圾渗滤液处理中也得到了广泛的应用。

3 SBR 工艺处理垃圾渗滤液

SBR 为单池序批式运行,底物浓度高,抗冲击负荷能力强,通过对运行方式的适当调节,有利于脱氮除磷,SBR 法的这些特点正适合处理垃圾渗滤液的需要。

3.1 只用 SBR 工艺处理垃圾渗滤液

曹占峰^[2]等 SBR 渐减曝气工艺处理模拟城市生活垃圾填埋场新鲜渗滤液,出水 COD 浓度约为 500 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, BOD_5/COD 降为 0.14 左右,COD 去除率与容积负荷呈正比,并在容积负荷为 5.0 $\text{kg COD}\cdot\text{mg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 时达到最高,约 95%。吴方同^[3]等人应用 SBR 处理垃圾渗滤液取得较好的效果,COD、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN 的去除率平均为 86.1%、97.4%、94.5%和 81.3%;同时串联试验也取得较好的效果,COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN 的去除率平均为 89.8%、97.6%、89.1%。

3.1.1 厌氧 SBR 工艺

目前利用 ASBR 处理城市垃圾渗滤液的研究较多。土耳其 Harmandali 市的一个垃圾填埋场的渗滤液的处理。研究结果表明,在未进行 pH 调节或任何预处理时能以较短的 HRT 处理高有机复合新垃圾渗滤液,COD 去除率在 64%~85%,去除的 COD83%转化为甲烷,平均生物体产率为 0.12 VSS/gCOD 。在最大有机负荷率 2.8 $\text{kgTOC}\cdot\text{mg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 时,TOC 的去除率达 73.9%,试验还表明,ASBR 工艺相比其他工艺更适应水量和水质的变化,适于新垃圾填埋场渗滤液的处理^[4]。

3.1.2 厌氧 SBR-好氧 SBR 工艺

ASBR 工艺除了具备 SBR 典型的特点外,还具有受温度影响小,适应范围广,污泥沉降性能好,活性高等优点。

郑晓英等^[6]处理北京六里屯卫生填埋渗滤液,常温下,ASBR-SBR 工艺的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的去除效果很好, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的总去除率最高为 83.5%,平均为 80.9%。 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的去除主要在 SBR 中完成。ASBR 的 COD 去除率为 58.9%, BOD_5 去除率最高为 66.0%,SBR 的 COD 去除率为 67.9%, BOD_5 去除率最高为 89.05%。

3.2 物化法与 SBR 组合工艺处理垃圾渗滤液

目前单纯的采用 SBR 工艺处理垃圾渗滤液,很大程度上不能满足日益严格的污水排放标准,采用以 SBR 工艺为主,辅以化学工艺的物化法+SBR 工艺的组合,是处理渗滤液的有效方法,也是发展的必然趋势。

3.2.1 吹脱-混凝沉淀-SBR 组合工艺

典型工艺流程为渗滤液→pH 调节→氨吹脱→SBR 反应器→吸附混凝→出水。氨吹脱具有运行稳定,脱氮效率高(采用专用的化工填料时,吹脱效率可达 90%以上)的特点。混凝预处理可有效降低难

降解有机物的含量,并提高渗滤液的可生化性,垃圾渗滤液经生化处理后再接混凝处理便可保证出水 COD 达到二级排放标准。

胡勤海^[6]等人采用吹脱-SBR-吸附混凝法处理杭州市天子岭垃圾填埋场渗滤液,效果较好,COD、NH₃-N 及色度平均去除率分别达 91%、81% 和 95%。Ahmet Uygur、Fikret Karg^[7]等采用混凝沉淀-吹脱-SBR 工艺处理垃圾渗滤液,用石灰絮凝-氨吹脱作为预处理,采用五步处理 (An/Ax/Ox/Ax/Ox) 法,处理 21 h 以后,出水 COD 去除率 86%,氨氮去除率 93%。

3.2.2 超声-SBR 组合工艺

典型工艺流程为渗滤液→超声气浮→SBR 生化处理→加氯消毒→外排。垃圾渗滤液属于高浓度、难降解的有机废水,超声适宜处理这种废水,在额定的振荡频率下,废水中部分有机物断链开环,变为易生化的小分子,废水的可生化性提高,易于被生化处理。因此,超声波法作为预处理或深度处理,与生物法结合处理老龄垃圾填埋场渗滤液是一个较优化的选择。

马慧^[8]等人对某垃圾场渗滤液进行处理,原水氨氮浓度高,经 FBZ 工段处理后,BOD₅、COD、氨氮去除率分别为 82.1%、68.9%、53.8%,其中,氨氮的去除率高于一般的脱氮工艺。Evelyne Gonze 等^[9]运用超声波对老龄垃圾填埋场的渗滤液进行深度处理,在超声波热能为 63 GJ·m⁻² 时,BOD₅/COD 值可达最高 0.014,其 COD 去除率可达 70%。Ewa Neczaj 等^[10]运用超声波作为预处理工艺处理垃圾渗滤液,超声处理加强了后续好氧硝化的作用,试验表明,在振幅是 12 μm 时,不断的增加渗滤液的投加量,在 5%~15% 之间,氨氮的去除率一直维持在 70%,COD 的去除率在 90% 以上。

3.2.3 混凝吸附-两段 SBR 组合工艺

典型工艺流程为渗滤液→混凝沉淀→吸附→SBR1→SBR2→出水,PAFCS 为混凝剂,炉渣为吸附剂,并由吸附池出水向 SBR2 补充碳源水。混凝吸附对去除垃圾渗滤液中的有机物,重金属离子以及悬浮物起到很大的作用。

方士^[11]以杭州市某垃圾填埋场渗滤液(COD 为 1 500~4 500 mg·L⁻¹,NH₄⁺-N 795~1 550 mg·L⁻¹,pH 8.0~9.0) 作为研究对象,利用串联运行的回流式两级 SBR+活性炭吸附混凝工艺进行了实验研究,出水 COD<300 mg·L⁻¹、氨氮<20 mg·L⁻¹、色度<20 倍。

张连凯^[12]等用赤泥制备复合混凝剂 PAFCS(聚合硫酸氯化铝铁)并以炉渣作为吸附剂对垃圾渗滤液进行预处理,SS 和色度的去除率分别为 84%和 92%,两段 SBR 法对垃圾渗滤液进行生化处理,COD、BOD 和氨氮的去除率分别为 88%、94%和 89%。

3.2.4 催化电解氧化-SBR 组合工艺

电催化氧化技术利用电极的直接氧化和间接氧化作用来氧化降解有机或无机物质,使其氧化分解成为易降解、无毒害的物质。

王德义等^[13]采用催化电解氧化与 SBR 联合工艺对垃圾渗滤液的处理进行实验研究,出水各项指标的去除率分别为 COD 90%以上、NH₃-N 99%、TN 95%以上、色度 99%,重金属离子含量低于 0.001 mg·L⁻¹。

3.2.5 Fenton 法-SBR 组合工艺

典型工艺流程为渗滤液→化学混凝→电芬顿→SBR→出水。Fenton 法能够产生氧化性极强的·OH 自由基,分解难降解的有机物,提高废水的可生化降解性,并且费用低廉、操作简便。

张晖^[14]等采用化学混凝-电芬顿处理晚期垃圾渗滤液,在去除难降解有机物和无机物方面效率很高,随后的 SBR 深度处理,COD 去除率为 85%,色度去除率达到 99%。熊忠等^[15]在用混凝-Fenton-SBR 法处理垃圾渗滤液效果也很好,COD、BOD 的去除率分别稳定在 80%、94%左右。

4 其他生物处理工艺与 SBR 组合工艺

4.1 水解酸化-SBR 法-混凝沉淀组合工艺

典型工艺流程为渗滤液→调节池→水解酸化池→SBR 反应池→加 CaO 调 pH→混凝沉淀池→出水,SBR 池出水加 CaO 调节 pH 后进行混凝沉淀处理。水解、酸化过程可使渗滤液中某些难以好氧降解的有机物在水解菌的作用下进行不同程度的降解。另外,水解酸化池还可避免厌氧过程中产生过多的 NH₃-N,加重后续生化处理的负担。SBR 反应器广泛应用于中小水量的难降解有机物的处理。

程洁红^[16]等采用厌氧-SBR-混凝沉淀耦合工艺处理垃圾渗滤液进行处理,出水 COD 148.4 mg·L⁻¹、NH₃-N 12.2 mg·L⁻¹,COD 总去除率达到 91.2%,NH₃-N 去除率达到 90.4%,具有较好的去除有机物和氨氮效果。

4.2 吹脱-厌氧 UBF-A-SBR 组合工艺

典型工艺流程为渗滤液→储水池→氨水吹脱→

厌氧生物滤池→SBR 池→排水。本处理工艺应具有处理效果好、耐冲击负荷能力强的特点。先采用氨吹脱以去除高浓度的氨氮,满足后续的生化需要,再利用厌氧、好氧工艺去除水中的有机物及剩余氨氮。

黄琪等^[17]采用吹脱→厌氧 UBF→A-SBR 工艺处理垃圾渗滤液是行之有效的,其中 COD、BOD₅、NH₃-N 和 TN 去除率分别达到 95%、99%、99.5%和 97%。整个工艺具有较强的耐冲击负荷能力,当进水 COD 质量浓度为 10~15 g·L⁻¹、BOD₅ 质量浓度为 3~5 g·L⁻¹ 时,出水各项指标一直比较稳定。

4.3 混凝气浮-UASB-水解酸化-SBR 组合工艺

典型工艺流程为渗滤液→混凝气浮→UASB→水解酸化→SBR 池→吸附→排水。垃圾渗滤液 COD 浓度高,UASB 厌氧反应器是一种高效的厌氧反应装置,采用 UASB 工艺可大幅度降解 COD。

姜蔚^[18]等采用混凝气浮、活性炭吸附对垃圾渗滤液进行预处理,然后采用 UASB+水解酸化+SBR 联合工艺的生化处理,采用 SBR 工艺,经厌氧处理 BOD₅ 降解较多,在 SBR 工艺前增加水解酸化,可调整 BOD₅/COD 的比值,提高废水的可生化性。SBR 对 COD 的去除率达到 78.2%,总的 COD 去除率达到 99.1%,氨氮去除率达到 96.6%。袁志宇^[19]等采用氨吹脱+UASB+SBR 工艺,COD 为 5 000~6 000 mg·L⁻¹、NH₃-N 为 600~1 400 mg·L⁻¹,出水 COD 去除率 80%以上,NH₃-N 去除率 95%以上。

4.4 UASBF-SBR 组合工艺

典型工艺流程为渗滤液→调解池→UASBF→中间水槽→SBR 池→混凝沉淀池→外派排。上流厌氧污泥过滤反应器(UASBF)同时具有厌氧污泥床和厌氧过滤床的优点,污泥截流能力及抗冲击负荷

能力强,污泥浓度高。其功能不仅在于去除渗滤液中的有机物,而且还可以通过水解酸化作用将难降有机物转化为易降解有机物,提高后续处理装置对有机物的去除效率。

鞍山垃圾填埋场的渗滤液的进水水质为:COD (1~1.5)×10⁴ mg·L⁻¹,NH₃-N 800~1500 mg·L⁻¹,SS 2 000~4 000 mg·L⁻¹。整个系统 COD 的去除率为 94%~98%,对 NH₃-N 的去除率>99%,出水水质符合生活垃圾填埋污染控制标准中的垃圾渗滤液二级排放标准要求^[20]。

5 SBR 工艺处理垃圾渗滤液工程实例

在实验室试验中在实际工程中也有很多 SBR 与其他工艺联合处理垃圾渗滤液,成功的实例(见表 2),采用 SBR 的联合工艺处理的垃圾渗滤液出水,均达到了国家渗滤液排放的二级标准(GB1688921997)。

6 SBR 法处理垃圾渗滤液中生物脱氮新技术发展趋势

6.1 SBR 法短程硝化反硝化生物脱氮技术

短程硝化反硝化是当前生物脱氮研究领域内的新技术,关键是控制生化脱氮中硝化为亚硝酸盐型硝化,在反硝化中不经历传统的 NO₃⁻ 阶段,从而降低了氧的需求量和反硝化所需的外加碳源量,大大降低了运行费用,节省碳源。

处理垃圾渗滤液形成短程硝化反硝化的条件有很多,其中温度、pH、游离氨 FA、溶解氧、污泥龄等。较高 FA 是导致 NO₂⁻-N 累积的主要原因,而 DO 是重要的促进因素,在一定游离氨的范围内,通

表 2 SBR 组合工艺联合处理垃圾渗滤液应用实例

Table 2 Example of SBR combination process to treat landfill leachate

| 组合工艺 | 工程地点 | 水质特点 | 处理效果 |
|-------------------|---------------------|--|--|
| 沉淀-SBR-活性炭 | 浙江省诸暨市垃圾卫生填埋场 | 排放量为 150~200 m ³ ·d ⁻¹ ,COD 2 000~2 500 mg·L ⁻¹ ,氨氮 800~1 000 mg·L ⁻¹ | 达到国家渗滤液排放的二级标准 |
| 吹脱+混凝沉淀+低氧生化+SBR | 嵊州市垃圾卫生填埋场 | SBR 池有效容积 100 m ³ ,每个周期停留时间为 24 h。混凝剂采 AlCl ₃ ,进水 COD 为 2 984 mg·L ⁻¹ ,NH ₃ -N 为 363.2 mg·L ⁻¹ | COD 为 242 mg·L ⁻¹ ,NH ₃ -N 为 21.2 mg·L ⁻¹ |
| 氨吹脱+生物滤池+SBR+臭氧氧化 | 深圳市过桥窝垃圾填埋场垃圾 | COD 容积负荷 0.5 kg·m ³ ·d ⁻¹ 左右,各池污泥沉降比均在 30%~40%左右,MLSS 稳定在 4 000 mg·L ⁻¹ 左右 | 出水 COD 可降至 2~10 mg·L ⁻¹ ,氨氮去除效率达 99%以上 |
| 吹脱-UBF-SBR | 湖南长沙县城市固体废弃物处置场 | COD 600~5 000 mg·L ⁻¹ ,氨氮 80~400 mg·L ⁻¹ ,SS 30~280 mg·L ⁻¹ pH 6.2~6.5 | COD 去除率 78%,NH ₃ -N 去除率 89%,SS 去除率 79% |
| CANON 工艺 | 深圳市下坪固体废弃物填埋场渗滤液处理厂 | 处理水量平均为 600 m ³ ·d ⁻¹ ,溶解氧控制在 1 mg·L ⁻¹ 左右,进水氨氮<800 mg·L ⁻¹ ,氨氮负荷<0.46 kgNH ₃ ·m ⁻³ ·d ⁻¹ | 氨氮的去除率>95%,总氮的去除率>90% |
| UASBF-SBR 工艺 | 鞍山垃圾填埋场 | COD(1~1.5)×10 ⁴ mg·L ⁻¹ NH ₃ -N 800~1 500mg,SS 2 000~4 000 mg·L ⁻¹ | COD:94%~98%,NH ₃ -N>99% |
| 厌氧+SBR+混凝法 | 武进夹山垃圾填埋场 | COD 1 780.3 mg·L ⁻¹ ,NH ₄ ⁺ -N 127.1 mg·L ⁻¹ ,BOD ₅ 713.5 mg·L ⁻¹ | COD 最大去除率 63.0% |

过调整溶解氧可以促进短程硝化和全程硝化之间的相互转化。此外,ALR、pH、碱度、温度通过直接或间接的影响游离氨的浓度,从而影响 NO_2^- -N累积率。污泥浓度也是实现短程硝化的重要因素,由于污泥絮体内存在FA梯度,较高的污泥浓度能减弱减弱FA对其的抑制作用。

6.2 同步硝化反硝化生物脱氮技术

同步硝化反硝化(SND)工艺和传统生物脱氮工艺相比具有节省反应器体积、缩短反应时间和不需要酸碱中和等优点,适合低 COD/NH_4^+ -N的垃圾渗滤液的脱氮处理。利用SND工艺,通过控制供氧量和调控营养配比,使垃圾渗滤液的高浓度氨氮经过 NO_2^- 途径同步硝化反硝化,达到高效、经济的除氮效果。

在对深圳市下坪垃圾渗滤液进行试验和试运行当中,证实了SBR反应器中存在同步硝化反硝化反应^[21]。

6.3 厌氧氨氧化生物脱氮技术

厌氧氨氧化是在厌氧条件下,自养的厌氧氨氧化细菌以 NH_3 为电子供体,以 NO_2^- 和 NO_3^- 为电子受体将 NH_3 -N与 NO_x^- -N转化为 N_2 等气态物质的过程。与传统脱氮工艺相比,厌氧氨氧化具有不需要氧气,不需要外加碳源,生物产量低,因而污泥量低等优点。

SBR反应器自身的运行特点决定了其具有滞留微生物能力强,可有效减少污泥流失,因此有利于世代期长的微生物生长。Dongene^[22]等人利用SHARON-Anammox工艺处理高氨氮浓度($1000\sim 1500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$)废水,经过两年连续运行,SBR反应器中超过80%的 NH_4^+ -N转化为氮气。Siegrist^[23]等人利用SBR处理高氨氮浓度的垃圾渗滤液,获得了较高的氨氮去除率,并分析了氨氮去除的可能机理,得出垃圾渗滤液中的氨氮有高达70%通过厌氧氨氧化途径去除。

6.4 CANON 工艺

CANON工艺原理是在亚硝酸盐和氨氮同时存在的条件下,通过控制溶解氧,利用自养型的ANAMMOX细菌将氨和亚硝酸盐同时去除,产物为氮气,另外还伴随产生少量硝酸盐。由于参与反应的微生物属于自养型微生物,因此CANON工艺不需要碳源。另外由于CANON工艺只需要硝化50%的氨氮,硝化步骤只需要控制到亚硝化阶段,因此可以节约碱度50%。CANON工艺在限氧条件下

进行,因此可以节约供氧量,理论上可节约供氧62.5%。

深圳市下坪固体废弃物填埋场渗滤液处理厂通过一年多的运行,发现溶解氧控制在 $1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 左右,进水氨氮 $<800\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,氨氮负荷 $<0.46\text{ kgNH}_4^+\text{-N}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}$ 的条件下,可以利用SBR反应器实现CANON工艺,氨氮的去除率 $>95\%$,总氮的去除率 $>90\%$ 。

7 结 语

我国目前正在建设大批的填埋场,而今后很长一段时期内都将以填埋法为主。但是卫生填埋技术还不完善,需要很大程度上的提高。由于填埋场渗滤液水质的复杂多变性和独特性,目前还没有一种全能的能适合所有填埋场的和适合某一填埋场整个运营期和监管期的渗滤液处理技术。

填埋场渗滤液处理的工艺以及设施必须因地制宜、因时制宜,针对不同的垃圾填埋场,不同的渗滤液特性具体讨论。对渗滤液的处理方案及处理技术的选择应有长远的考虑。应用SBR处理垃圾渗滤液的成功实例,为垃圾渗滤液的处理提供了新的思路。

参考文献:

- [1] 郑曼英. 垃圾渗滤液中有有机污染物初探[J]. 重庆环境科学, 1996, 18(4): 41-43.
- [2] 曹占峰, 何品晶, 邵立明, 等. SBR法处理垃圾填埋场新鲜渗滤液的实验研究[J]. 环境污染治理技术与设备, 2005, 6(2): 30-35.
- [3] 吴方同, 苏秋霞, 王云波, 等. SBR工艺处理垃圾渗滤液的试验研究[J]. 长沙电力学院学报: 自然科学版, 2006, 21(4): 120-125.
- [4] 王宝贞, 王琳. 水污染治理新技术 - 新工艺、新概念、新理论[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 359-360.
- [5] 孟了, 陈永, 陈石. CANON工艺处理垃圾渗滤液中的高浓度氨氮[J]. 给水排水, 2004, 30(8): 24-29.
- [6] 胡勤海, 金明亮, 方士, 等. 吹脱-SBR-吸附混凝法处理垃圾填埋场渗滤液[J]. 环境污染与防治, 2000, 22(3): 21-29.
- [7] Ahmet Uygur, Fikret Karg. Biological nutrient removal from pre-treated landfill leachate in a sequencing batch reactor [J]. Journal of Environmental Management, 2004, 71: 9-14.
- [8] 马慧, 马荣建, 姜云. 超声气浮+SBR工艺在小城镇垃圾场渗滤液处理中的应用[J]. 江苏环境科技, 2002, 15(3): 16-17.
- [9] Evelyne Gonze, Nadine Commenges, Yves Gonthier, et al. High frequency ultrasound as a pre- or a post-oxidation for paper mill wastewaters and landfill leachate treatment [J]. Chemical Engineering Journal, 2003, 92 (1-3): 215-225.
- [10] Ewa Neczaj, Ewa Okoniewska, Malgorzata Kacprzak. Treatment of landfill leachate by sequencing batch reactor [J]. Desalination, 185 (2005) 357-362.
- [11] 方士, 卢航, 蓝雪春. 两级SBR-PAC吸附混凝法处理垃圾渗滤

- 液的研究 [J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2002, 28(4): 435-439.
- [12] 张连凯, 李悦, 闫家怡, 等. 混凝吸附 - 两段 SBR 法处理垃圾渗滤液[J]. 中国给水排水, 2006, 22(5): 92-98.
- [13] 王德义. 催化电解氧化与 SBR 法联合处理垃圾渗滤液的实验研究[J]. 烟台大学学报: 自然科学与工程版, 19(3): 217-224.
- [14] 张晖, Huang C P. Fenton 法处理垃圾渗滤液[J]. 中国给水排水, 2001, 17: 1-3.
- [15] 熊忠, 林衍. 混凝 - Fenton-SBR 处理垃圾渗滤液的影响因素研究[J]. 城市环境, 2002, 16(4): 19-20.
- [16] 程洁红, 马鲁铭. 厌氧 / SBR / 混凝沉淀耦合工艺处理垃圾渗滤液的研究[J]. 水处理技术, 2004, 30(3): 176-178.
- [17] 黄琪, 李育杰, 李武. 生活垃圾填埋场渗滤液处理研究[J]. 工业安全与环保, 2007, 33(1): 23-26.
- [18] 姜蔚, 孙贤凤, 程丽华. 垃圾渗滤液处理工艺的试验研究[J]. 青島理工大学学报, 2007, 28(1): 70-73.
- [19] 袁志宇, 王建有, 高俊峰. 处理垃圾渗滤液的 SBR 反应器中活性污泥的驯化研究[J]. 中国水运 2006(11): 90-91.
- [20] 郑金伟, 武剑, 马国伟. UASBF-SBR 工艺处理垃圾渗滤液[J]. 中国给水排水 2003, 19: 59-60.
- [21] 王文斌, 丁忠浩, 刘士庭. 垃圾渗滤液中同步硝化反硝化的研究[J]. 工业安全与环保, 2002, 28(12): 12-14.
- [22] U van Dongen, M S M Jetten, M C M van Loosdrecht. The SHARON(r) - Anammox(r) process for treatment of ammonium rich wastewater [J]. Water Science and Technology, 2001, 44 (1): 153-160.
- [23] H Siegrist, S Reithaar, G. Koch, *et al.* Nitrogen loss in a nitrifying rotating contactor treating ammonium - rich wastewater without organic carbon [J]. Water Science and Technology, 1998, 38(8-9): 241-248.

RESEARCH AND APPLICATION STATUS OF LANDFILL LEACHATE TREATMENT BY USING SBR PROCESS

SHI Xiao-ning, WANG Shu-ying, SUN Hong-wei, PENG Yong-zhen

(Beijing University of Technology, Institute of Environment and Energy Engineering, Beijing 100022, China)

Abstract: Leachate is the most important source of pollution of groundwater. Hazards of landfill leachate, analysed the characteristics of leachate, and outlined the main methods of landfill leachate treatment and their features were expounded. The research, development and application of SBR process which is the most extensive progress in landfill leachate treatment in recent years were introduced, and compared SBR process combinations in conjunction with various engineering example were analyzed. The advantages and disadvantages of process against SBR leachate treatment were pointed out. At last some more meaningful research directions were simply expounded.

Keywords: landfill leachate; SBR; integrated process

(上接第 8 页)

- [32] 邹海燕, 奚旦立. 生物铁 - SMBR 法处理印染废水[J]. 印染, 2005, 31(23): 9-12.
- [33] 张永宝, 姜佩华, 冀世锋, 等. 投加氢氧化铁对膜生物反应器性能的改善[J]. 给水排水, 2004, 30 (7): 46-49.
- [34] 吕红涛, 于奕峰, 王广玉, 等. 膜技术在印染废水治理中的应用 [J]. 河北化工, 2005, 28(5): 66-68.
- [35] 戴海平, 孙方, 耿锋, 等. 膜技术用于处理牛仔布印染废水[J]. 天津工业大学学报, 2005, 24(5): 87-89.
- [36] 郑祥, 樊耀波. 膜生物反应器运行条件的优化及膜污染的控制[J]. 给水排水, 2001, 27(4): 41-44.

PRESENT STATUS OF PROCESSING CONDITIONS OF MEMBRANE BIOREACTOR IN DYEING WASTEWATER TREATMENT

DAI Xing-guo¹, WU Li-guang², ZHANG Lin¹, CHEN Huan-lin¹, GAO Cong-jie^{1,3}

(1. College of Materials Science & Chemical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. College of Environmental Science and Engineering, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310035, China;

3. The Development Center of Water Treatment Technology, Hangzhou 310012, China)

Abstract: Membrane bioreactor (MBR) is a new technology of wastewater treatment which has been developed in recent years. It is efficient in dyeing wastewater treatment. The application of MBR in dyeing wastewater treatment was reviewed in this paper. The processing conditions of membrane bioreactor in dyeing wastewater treatment and their influences on the quality of effusion and membrane fouling were summarized and discussed. Finally, the future development of MBR for dyeing wastewater treatment was also prospected.

Keywords: membrane bioreactor; dyeing wastewater; processing conditions; membrane fouling