

垃圾中转站渗滤液处理工艺及发展趋势

周立南

徐州徐工环境技术有限公司 江苏 徐州 221000

摘要: 垃圾中转站作为城市垃圾中转的必要场所,在垃圾收集、压缩、转运的过程中会产生具有高污染性质的废水,如果不做处理直接排放则会对周边环境带来严重危害。介绍了垃圾中转站渗滤液特点和处理要求,总结了国内中转站渗滤液处理行业内七种应用较广的处理工艺路线并进行了案例简析,展望了中转站渗滤液处理工艺和设备的发展趋势,希望可以借此给行业相关研究人员提供一定参考。

关键词: 垃圾中转站; 渗滤液处理工艺; 发展趋势

1 中转站渗滤液介绍

1.1 中转站渗滤液的特点

垃圾中转站渗滤液具有水质、水量波动大,污染物浓度高、成分复杂等特点。垃圾中转站在运行的过程中会产生一定的高浓度有机废水,水量受季节降雨、来料湿度、压缩程度、车辆冲洗、生活用水等因素影响,往往呈现较大波动。据黄长缨^[1]调研报告显示,垃圾中转站渗滤液排放量约占垃圾总量的11%,其中包含5%垃圾压缩液和6%站内其他废水。行业内根据相关标准,一般按垃圾清运量的7%~11%对其废水水量进行估算。

垃圾中转站渗滤液呈现高COD_{cr}、高氨氮、高油脂、高悬浮物的特性。根据赵国志等人研究显示,中转站废水中难降解有机物种类较多,例如腐殖质、杂环芳烃、多环芳烃、苯酚类、醇、苯胺类等,另外水质钙镁离子较高,导致硬度较大、盐分含量大等。根据有陈宣才研究显示,中转站渗滤液中含有93种有机化合物,其中22种被列入我国和美国EPA环境有限控制污染物名单,此外中

站渗滤液中含有十余种重金属,成分十分复杂。同时,中转站渗滤液水质水量还受到季节影响,水质波动大。

1.2 处理要求

以往中转站渗滤液处理较多的采用外运或直接排入城市污水管网,外运处理存在跑冒滴漏的问题,影响城市环境,而直接排入城市污水管网,由于其的高污染浓度,容易导致市政污水厂负荷上升,影响整个市政污水厂的正常运行,随着国家环保要求的严格,中转站渗滤液就地处理迫在眉睫。根据相关标准要求,中转站渗滤液必须经过有效处理后排入城市污水管网,没有污水管网的必须进行深度处理达到直排标准或经与当地污水处理厂协商后转运至污水处理厂进行协同处理,严禁不处理直接排放或不达标排放。

2 中转站渗滤液处理工艺

目前国内中转站渗滤液处理采用的工艺种类较多,根据近四年的调查研究,应用较多的工艺可大致分为如下七类,见表1。

表1 中转站垃圾渗滤液处理工艺汇总表

工艺路线	设备投资成本(万元/吨)	运行成本(元/吨)
铁碳微电解+絮凝沉淀+AOMBBR+臭氧氧化	8	40~45
臭氧电诱导+AO+MBR+臭氧深度处理	9	25~30
UASB+AO+UF+NF/RO	≥ 10	23~38
废水双改性+两级混凝+两级预分离+两级膜分离	≥ 10	≥ 50
隔油+脱色改性+两级絮凝+两级AOMBR	10	50~60
中和-电絮凝预处理+UASB+AO+eMBR	13	30
混凝沉淀+生物絮凝除PAM+两级AOMBBR+两级MBR	8	40

注:以上数据均为实地项目调研所得,仅供参考。

2.1 铁碳微电解+絮凝沉淀+AOMBBR+臭氧氧化

原水经调节池调节水质和水量后进入铁碳微电解单元,在不加电源的情况下利用铁碳之间1.2V的电位差对废水中的难降解有机物进行分解和去除。经铁碳微电解

后废水进入絮凝沉淀池,通过加入适量PAC和PAM进行絮凝沉淀,除去污水中大部分SS。经絮凝沉淀后废水进入MBBR兼氧池,在此利用MBBR兼氧池特有的如反硝化菌、聚磷菌等微生物菌群对N、P等污染物进行去除,同

时,在好氧MBBR池通过利用池内好氧型细菌如碳化细菌、氮化细菌、硝化细菌等对污水中氨氮、COD、BOD、TP等污染物进行吸附、分解和去除。经AOMBBR工艺处理后废水进入沉淀池,经沉淀后采用臭氧深度氧化使之满足纳管排放标准。

该工艺主要应用于小型中转站渗滤液的处理,处理量通常小于 $10\text{m}^3/\text{d}$ 。当废水水质 COD_{cr} 在20000以内时,采用该工艺可满足废水纳管排放要求,但铁碳填料作为耗材需要经常添加,除此之外,铁碳污泥严格来说属于危废,应该专门处理。镇江某 $10\text{t}/\text{d}$ 项目采用该工艺,总投资成本约8万元/吨,运行成本在40~45元/吨,具有一定的性价比^[1]。

2.2 臭氧电诱导+AO+MBR+臭氧深度处理

站内垃圾压缩、冲洗产生的污水经收集和初步沉淀,进行水质和水量的调节,污水经螺杆泵输送至电诱导高级氧化反应器内,在反应器内经电催化氧化、电絮凝、臭氧催化氧化、臭氧微孔曝气气浮、臭氧除油除臭等多种技术组合作用下提高废水的可生化性,去除色度、臭味、和悬浮物和部分有机污染物,为良好的生化反应提供有利条件。经过臭氧电诱导的废水进入AOMBR系统,在此污染物得到有效去除,后经MBR膜过滤后进入臭氧氧化单元,进一步降解残留污染物后实现废水纳管达标排放。

该工艺在中转站渗滤液处理方面应用较少,属于新型处理工艺,目前仅用于小型垃圾中转站渗滤液的处理,其主要特点是通过臭氧电诱导耦合工艺实现强氧化环境对废水进行高效预处理,大大提高废水可生化性,后端通过 $18\sim 20\text{g}/\text{L}$ 的高浓度活性污泥+MBR工艺对 COD_{cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 等污染物进行去除和实现泥水的分离。该工艺能有效应对 $\text{COD}_{\text{cr}} \leq 30000\text{mg}/\text{L}$ 的中转站渗滤液,有使用药剂少、处理过程臭味小、环境安全等优点。同时电极的定期更换、MBR膜定期维护增加了设备维护的难度。盐城某 $5\text{t}/\text{d}$ 项目采用该工艺,设备投资成本约9万元/吨,运行成本在25~30元/吨,具有一定的性价比。

2.3 UASB+AO+UF+NF/RO

中转站渗滤液经格栅、除油、pH调节、混凝沉淀等预处理工序后进入UASB厌氧塔,通过厌氧塔内的厌氧微生物进行厌氧消化,使有机污染物以 CH_4 和 CO_2 的形式排出,达到去除有机污染物的目的,废水经厌氧段后进入硝化反硝化阶段,在此阶段进一步通过好氧除碳、硝化反硝化脱氮等原理实现大部分有机物、氨氮和总氮的部分去除,最后,废水进入深度处理系统,通过外置超滤系统实现泥水分离,通过纳滤或反渗透工艺对废水中的

有害污染物进行过滤分离,从而实现废水达标排放。

该工艺为目前国内中、大型垃圾转运站废水处理的主流工艺,其主要特点是采用厌氧生化、好氧生化和多级膜分离技术相结合,抗冲击能力更强,能很好的适应水质波动,产水水质稳定,同时可产生沼气用于回收利用,末端膜处理浓缩液水质相对原水而言水质较好,可用于药剂配置或回流至调节池稀释原水。但是相比于其他中转站渗滤液处理工艺而言,该工艺较为复杂,涉及设备多,投资费用高,占地面积大,厌氧沼气处理存在安全隐患,同时,膜的定期保养维护也增加了运维难度。该工艺运行成本相对较低,平均处理费用约为23~38元/吨,但设备投资费用较高,通常在10万元/吨以上。

2.4 废水双改性+两级混凝+两级预分离+两级膜分离

通过向中转站渗滤液中加入双氧水和氢氧化钠进行废水的氧化改性和pH调节,加入碳酸钠和碳酸氢钠去除部分硬度、加入适量的PAC和PAM进行多级混凝去除废水中绝大部分悬浮物后再经精密过滤器过滤后废水进入NF+两级DTRO膜过滤系统,实现废水达标排放,NF浓缩液和一级DTRO浓缩液进行委外处理,二级DTRO浓缩液回流至调节池。

该工艺较多的应用在垃圾填埋场渗滤液处理,用于处理中转站渗滤液的案例较少,其主要特点是依赖前端预处理,预处理效果的好坏直接影响到后端膜过滤产水率高低,其实质是通过药剂投加和多级膜分离实现污染物的转移、浓缩从而使废水快速达标,该处理方式并未实现废水污染物的有效降解、去除,同时存在大量浓缩液问题。根据蒋乾虹等^[2]研究资料显示,该工艺实现废水达标排放的同时会产生约25%~30%浓缩液和大量化学污泥。多级膜过滤大大增加了系统的能耗,两级改性+两级混凝沉淀也增加了预处理药剂投加成本,据有关资料初步核算,该工艺运行成本在50元/吨以上。同时,采用该工艺处理中转站渗滤液设备投资成本往往大于10万元/吨,项目规模越小吨投资成本越高,该价格远高于行业内其他工艺的投资价格。因此该工艺不适合作为长期处理手段,更适合应急处理。

2.5 隔油+脱色改性+两级絮凝+两级AOMBR

中转站渗滤液经收集初步沉淀后,由收集池输送至格栅调节池,在调节池均质均量除臭隔油后泵送到序批反应槽,通过合理投加脱色剂、氢氧化钠、PAC、PAM等药剂和采用泥水分离设备去除废水中的悬浮物和色度,废水经固液分离设备后进行二次絮凝沉淀,而后进入生化系统,通过两级硝化反硝化实现 COD_{cr} 、氨氮、TN的去除,最后通过MBR实现泥水分离实现产水达标排放。

该工艺较多的应用在中小型垃圾中转站渗滤液的处理,处理量通常不超过30m³/d,其主要特点是通过前端除臭、除油、除色度、除SS等预处理工序有效的降低了后端生化系统的负荷,提高了整个系统的抗冲击能力,更好的适应中转站渗滤液水质,后端两级AO确保了污染物的有效去除。但是,该工艺投加药品种类较多,配套设备较多,工艺流程较长,同时还涉及到膜的定期维护保养和更换问题,增加运行成本的同时也增加了整个系统的运维难度。嘉兴某10t中转站渗滤液处理项目采用该工艺,运行成本约50~60元/吨,设备投资成本约10万元/吨,属于行业内较高水平。

2.6 中和-电聚浮预处理+UASB+AO+eMBR

中转站渗滤液经收集池收集后进入三级调节池,废水均质均量的同时也能去除部分油脂、SS等污染物,经调节池后进入中和-电聚浮预处理阶段,通过投加碱性药剂调节pH+电聚浮,进一步去除废水中部分SS并实现废水中油水的高效分离,从而进一步降低后端负荷。经预处理的废水进入生化单元,通过厌氧+缺氧+好氧对废水中TN、氨氮、COD_{cr}和TP等污染物进行降解去除,最后经eMBR(电控膜生物反应器)以电化学-膜分离耦合技术进一步增强整个系统的污染物降解能力,从而实现废水的达标排放。

该工艺目前主要应用在中小型垃圾中转站渗滤液的处理,处理规模通常在20t/d以下,其主要特点是除常规生化处理外引入了三级调节池和电化学技术,通过电化学协同作用,加速分散相的聚结,促使乳化液原位脱稳,在预处理阶段有效去除大部分SS和油脂,后端又通过电化学+生化耦合提高了整个处理系统的污染物降解能力和抗冲击能力,同时也增加了系统能耗。但是,由于该工艺涉及到厌氧工艺,考虑到垃圾中转站主要集中在居民区,沼气的安全处理或利用是需要解决的问题,同时,电化学+生化系统的耦合技术以及厌氧工艺的稳定运行也依赖良好的自控系统和专业的人员维护。扬州某中转站10t/d项目采用该工艺实现了废水的纳管排放,设备总投资成本约13万元/吨,属于行业较高水平,运行费用约为30元/吨,相对较低。

2.7 混凝沉淀+生物絮凝除PAM+两级AOMBBR+两级MBR

中转站渗滤液经调节池收集后进入混凝沉淀单元,通过投加适量的PAC、PAM加速混凝沉淀,除去大部分SS,后经生物絮凝剂进一步絮凝除杂,同时除去多余的PAM以有效减缓后端MBR膜污染。废水经生物絮凝后进入第一级AOMBBR生化系统,大部分COD_{cr}、氨氮、TN、TP等主要污染物在此阶段得到有效去除后经MBR池进行过滤,保障第一级AO系统优势菌种的富集,提高该阶段的生化降解效率,后废水经第二级AOMBBR进一步去除剩余的COD_{cr}、氨氮、TN、TP等主要污染物,最后经第二级MBR膜池进行泥水分离,去除SS,进而实现产水达标排放^[2]。

该工艺的主要特点是引入生物絮凝剂进行悬浮物和残余PAM的去除以确保废水絮凝效果和内置超滤膜过滤效果,通过两级AOMBBR生化系统保障了主要污染物的去除效果以及通过两级MBR把优势菌种留在各自反应系统中,有效提高生化效率。该工艺的主要优点是系统运行主要涉及加药和膜运行部分,容易实现自动化控制,有效降低人力成本,缺点是工艺流程较长,占地较大,药剂成本较高。南京六合区某垃圾转运站10t/d废水处理项目采用该工艺实现了废水纳管排放,设备总投资约8万元/吨,运行成本约40元/吨,有一定的价格优势。

结束语

随着国家环保政策的持续深入和群众的环境观念持续提高,中转站渗滤液排放监管力度将逐渐加大,中转站渗滤液的有效处理和稳定达标排放已成当务之急。鉴于国内垃圾中转站以中小型站为主,废水产生量往往不超过30吨/天,以及城市垃圾中转站自身占地小、技术人员缺乏、管理水平低、处于居民生活区、设施建设和运行资金不足等固有特点,传统的厌氧工艺往往受到限制,结合高级氧化、电化学等技术的高效预处理+强化生化处理+深度处理是中转站渗滤液处理工艺的主要发展方向。智能化、模块化、一体化是中转站渗滤液处理设备的发展趋势,能用好用又便宜的设备更能受到用户的青睐。

参考文献

- [1]黄长纓.城市生活垃圾压缩中转站压滤污水的现状调查[J].净水技术,2013,32(03):41-45.
- [2]赵国志,熊建英,李丹等.中心城区垃圾转运站渗滤液处理技术探讨[J].给水排水,2015,51(07):38-41.