

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2024.14.020

成都某填埋场反渗透浓缩液浸没燃烧蒸发技术应用

张聪慧¹, 王凯¹, 刘一夫², 姚远², 王候兵², 石欢²,
吉龙标¹, 李强², 陈玉婷², 李晓旭²

(1. 北京水木湛清环保科技集团有限公司, 北京 100041; 2. 中城院<北京>环境科技股份
有限公司, 北京 100120)

摘要: 反渗透浓缩液作为膜达标产水后富集物,其溶解性总固体和总氮含量高,基本不具备生物处理条件,一直是渗滤液处理的难点,目前国内的处理方式主要为回喷/回灌和蒸发。成都某填埋场浓缩液处理系统采用浸没燃烧蒸发工艺全量处理反渗透浓缩液,利用高温烟气与反渗透浓缩液直接换热缓解系统结垢,通过控制pH和温度等反应条件,解决盐分在渗滤液系统内积累的问题,促进系统的稳定良性运转,蒸发产生的蒸汽冷凝后产水水质达标,另设置反渗透系统作进一步保障。该项目出水水质满足《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889—2008)的表2标准。采用厌氧沼气和天然气作为能源,整体自动化程度高,运行稳定,出水水质达标。以产水量计,电耗<45 kW·h/m³、天然气消耗量约82 m³/m³。

关键词: 垃圾填埋场; 垃圾焚烧厂; 反渗透浓缩液; 溶解性总固体; 总氮; 浸没燃烧蒸发; 盐分积累; 全量处理

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2024)14-0119-07

Application of Submerged Combustion Evaporation for RO Concentrated Leachate in a Landfill Site in Chengdu

ZHANG Cong-hui¹, WANG Kai¹, LIU Yi-fu², YAO Yuan², WANG Hou-bing²,
SHI Huan², JI Long-biao¹, LI Qiang², CHEN Yu-ting², LI Xiao-xu²

(1. Beijing Symgreen Environmental Technology Group Co. Ltd., Beijing 100041, China;
2. China Urban Construction Research Institute <Beijing> Environmental Technology Co. Ltd.,
Beijing 100120, China)

Abstract: The concentrated leachate with high total dissolved solids (TDS) and total nitrogen content, as the concentrate after reverse osmosis (RO) membrane treatment to meet the effluent discharge standard, lack of conditions for biological treatment and has been an industry-wide challenge. The present techniques employed domestically are chiefly recirculation and evaporation. A landfill site in Chengdu utilizes submerged combustion evaporation for full treatment of the RO concentrated leachate, and uses direct heat exchange between the high-temperature flue gas and RO leachate to alleviate system scaling. Through the control of reaction conditions such as pH and temperature, the problem of salt accumulation in the leachate system is solved, and the virtuous circle of steady operation of the system is promoted. The steam condenses to effluent water after evaporation is up to the discharge standard. A RO system is also set up for further protection. The effluent quality meets criteria in the table 2 of the *Standard for Pollution Control on the Landfill Site of Municipal Solid Waste* (GB 16889-2008). Anaerobic biogas and natural gas

have been used as energy sources, which ensures overall high automation, stable operation and up-to-standard effluent quality. According to water production, the power consumption is less than $45 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ and natural gas consumption is about $82 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

Key words: landfill sites; waste incineration plant; reverse osmosis concentrated leachate; total dissolved solids (TDS); total nitrogen; submerged combustion evaporation; salt accumulation; full-scale treatment

1 工程概况

成都某填埋场内渗滤液处理规模为 $2\,000 \text{ m}^3/\text{d}$, 其中垃圾填埋场渗滤液 $1\,500 \text{ m}^3/\text{d}$, 焚烧厂渗滤液 $500 \text{ m}^3/\text{d}$ 。该渗滤液处理系统产生的反渗透浓缩液采用浸没燃烧蒸发工艺处理, 设计处理规模为 $260 \text{ m}^3/\text{d}$ 。渗滤液主体处理工艺采用“外置式膜生物反应器(MBR)+纳滤+反渗透”, 焚烧厂渗滤液经过厌氧处理后, 与填埋场渗滤液一起进入MBR, 纳滤浓缩液采用“混凝沉淀+臭氧高级氧化”工艺处理, 反渗透浓缩液经碟管式反渗透(DTRO)减量化后采用

浸没燃烧蒸发工艺处理。该项目自2020年6月建设完成, 已通过168 h考核验收并运行至今。整个蒸发系统运行时间不低于 $8\,000 \text{ h/a}$, 每天24 h运行, 无故障连续运行时间不低于 $4\,300 \text{ h/a}$ 。

1.1 设计进、出水水质

进水为经DTRO膜浓缩后的反渗透浓缩液, 含有大量不可生物降解有机物及盐分。根据当地环保要求, 出水水质执行《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889—2008)的表2标准。主要设计进、出水水质见表1。

表1 设计进、出水水质

Tab.1 Design influent and effluent quality

| 项目 | COD/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | BOD ₅ /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | NH ₃ -N/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | TN/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | SS/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | 氯离子/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | 电导率/($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$) |
|----|---|---|--|--|--|---|--|
| 进水 | $\leq 5\,000$ | $\leq 1\,000$ | ≤ 100 | ≤ 700 | $\leq 1\,500$ | $\leq 30\,000$ | $\leq 100\,000$ |
| 出水 | 100 | 30 | 25 | 40 | 30 | | |

反渗透作为渗滤液处理的出水保障工艺段, 其产生的浓缩液存在水量波动大、水质不稳定、盐分高、腐蚀性强、易结垢等问题, 目前国内主要处理工艺采用蒸发或者回灌填埋场^[1]。反渗透浓缩液经过DTRO浓缩后, 盐分进一步积累, 无法回流至A/O系统处理, 故利用高温烟气净化COD, 再通过结晶去除盐分。

1.2 工艺流程

浸没燃烧蒸发是一种无固定传热界面的蒸发技术, 利用气体燃料在液体亚表面增压浸没燃烧, 并通过特殊的结构形成超微气泡, 超微气泡与浓缩液直接接触, 无传热间壁, 不易结垢, 传质传热效率高, 从而实现溶质和溶剂分离处理^[2]。燃烧产生的热量通过热辐射的形式使核心反应区的温度达到 $850 \sim 1\,000 \text{ }^\circ\text{C}$, 从而利用高温充分氧化分解COD。该项目浓缩液为反渗透浓缩液经DTRO系统减量后产生, 具有有机物和盐分浓度高的特点, 同时出水水质要求较高。浸没燃烧蒸发无需设置预处理工艺段、后续配套辅助的蒸汽冷凝和残渣脱水系统,

最后产生的蒸汽冷凝液进一步采用反渗透处理保障工艺, 最终保证产水达标排放。该工艺流程整体实现浓缩液的全量化处理, 可阻断盐分在系统内的循环。

① 浸没燃烧蒸发系统

浓缩液来自前端DTRO减量后的反渗透浓缩液, 作为蒸发系统的原液通过泵输送至原液桶内。该系统共设2条生产线、6台蒸发器, 每条线设3台蒸发器。蒸发器为两级串联, 一级蒸发器内主要发生水分与挥发性有机物的汽提, 二级蒸发器可使有机物通过焚烧得到净化。根据液位调节控制进料泵向浸没燃烧蒸发器进料, 利用厌氧产生的沼气及天然气作为能源(厌氧沼气和天然气可根据工况随时切换)对废水进行加热、蒸发、浓缩及结晶处理, 控制蒸发器内废水的溶解性总固体(TDS)在结晶析出临界点内, 蒸发产生的饱和蒸残液再进入脱水系统, 产生的蒸汽进入冷凝系统, 整个系统最终仅产生少量残渣。由于浸没燃烧蒸发系统一般要求pH为5~7, 通常前端RO系统已调节pH至酸性, 因此进

系统前无需投加药剂。

② 蒸汽冷凝系统

浸没燃烧蒸发系统配套设计蒸汽冷凝装置,蒸发过程产生的蒸汽经过分离塔去除雾沫夹带的液滴后进入蒸汽冷凝装置,经冷凝后产生的蒸汽冷凝水回至产水池内达标排放,喷淋水由废水收集槽统一收集后,定期通过泵输送至原液桶内处置,不外排。不凝气经处理后满足《大气污染物综合排放标准》(GB 16297—1996)的新污染源大气污染物排放限值要求,同时满足《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—93)表2排放限值的要求。

③ 残渣脱水系统

残渣脱水系统包括蒸残液输送泵、蒸残液储罐、残渣输送泵、卧螺离心脱水机、螺旋输送机、打包机、加药装置。首先,蒸发产生的饱和蒸残液(含水率约85%~90%,受浓缩倍数影响)通过泵输送至蒸残液储罐,通过循环换热后利用冷却结晶原理析出残渣,再通过泵输送至卧螺离心脱水机,同时加

入适量药剂(主要为残渣改性剂、三氯化铁、石灰、聚丙烯酰胺等具有固化及脱水功能的药剂)进行机械离心脱水处理,脱水后残渣的含固率不低于40%,脱水机出渣口连接螺旋输送机,将残渣输送至打包机。采用内衬PE膜的专用编织袋装填并密封打包后运至厂内填埋处置,上清液继续回流至浸没燃烧蒸发处理系统进行蒸发处理,残渣量受原液含固量影响略有波动。

④ 卷式反渗透系统

浸没燃烧蒸发系统对有机物的去除率可高达90%,但对氨氮几乎没有去除效果,因此系统设计超低压反渗透作为冷凝水处理系统。当蒸发系统进水氨氮浓度较高时,为保证系统产水水质稳定达标,浸没燃烧蒸发系统产生的冷凝水部分或全部进入反渗透系统进行深度处理。若蒸发系统进水氨氮浓度较低,则冷却水池内的冷却水可以直接达标排放。

工艺流程及水量平衡计算如图1所示。

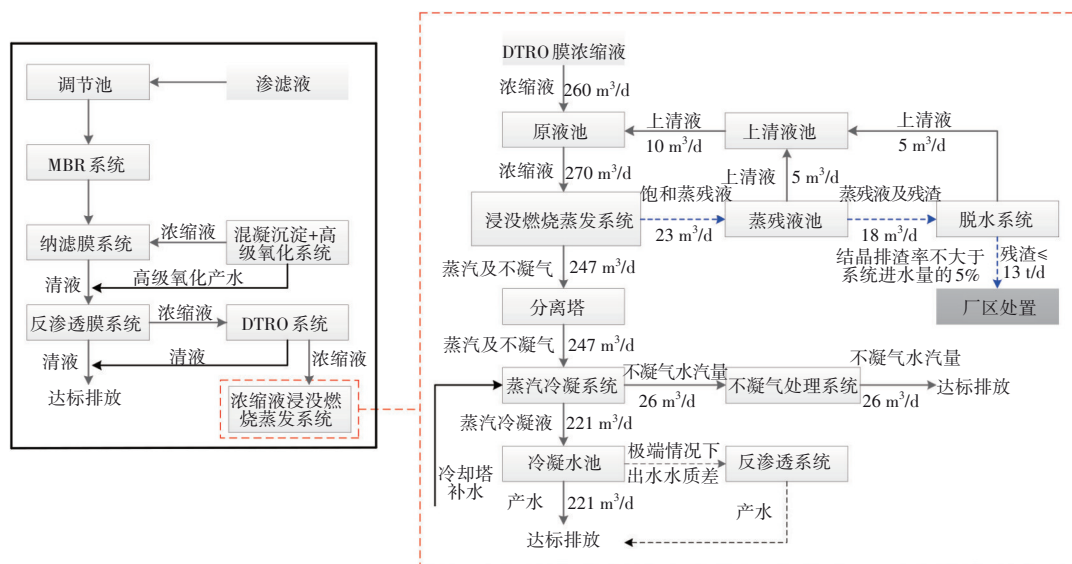


图1 工艺流程及水量平衡

Fig.1 Process flow and water balance

2 主要构(建)筑物及工艺参数

2.1 主要构筑物

① 浓缩液池

1座,钢筋混凝土结构,用于储存前端DTRO膜系统浓缩液(蒸发系统进水),构筑物设计尺寸为10 m×4 m×4.5 m,有效液位为4 m。

② 上清液池

2座,钢筋混凝土结构,主要用于储存蒸发产生

的饱和蒸残液和残渣处理上清液,构筑物设计尺寸为4.5 m×4 m×4.5 m,有效液位为4 m。

③ 冷凝水池

钢筋混凝土结构,1座,用于储存蒸发冷凝水,设计尺寸为4 m×4.5 m×4.5 m,有效液位为4 m。

2.2 主要建筑物

DTRO浓缩液蒸发处理系统主要建筑物包括:

① 风机房

内置空气风机及空压机,设计尺寸为21.7 m×5.3 m×4.5 m。

② 综合车间

内置残渣脱水系统、电控系统、反渗透系统及酸碱储存加药系统,设计尺寸为27 m×11.9 m×4.5 m。

2.3 蒸发系统工艺参数

浸没燃烧蒸发系统主要处理DTRO反渗透浓缩液,可直接浓缩成饱和蒸残液。

反渗透浓缩液处理系统主要工艺设计参数如表2所示。

表2 浸没燃烧蒸发系统工艺设计参数

Tab.2 Process design parameters for the submerged combustion evaporation system

| 项目 | 工艺设计参数 |
|--|--|
| 设计处理能力/(m ³ ·d ⁻¹) | 280 |
| 设计浓缩倍数/倍 | 5~10 |
| 设计进水处理量/(m ³ ·d ⁻¹) | 260 |
| 设计进水TDS/(g·L ⁻¹) | 30~40 |
| 设计蒸汽冷凝液量/(m ³ ·d ⁻¹) | 221 |
| 不凝气水汽量/(m ³ ·d ⁻¹) | 26 |
| 最终残渣量/(t·d ⁻¹) | 13(含固率不低于40%),残渣量受原液含固量影响略有波动 |
| 最终残渣量占比 ($Q_{\text{日残渣量}}/Q_{\text{日进水量}}$)/% | ≤5 |
| 设计需要沼气流/(m ³ ·d ⁻¹) | 优先利用厂内厌氧沼气,可燃气(厌氧沼气)约1 560,按甲烷浓度65%计 |
| 设计需要天然气量/(m ³ ·h ⁻¹) | 约975(热值按35 700 kJ/m ³ 计),热值越高,消耗量越低 |

2.4 不凝气处理系统工艺参数

不凝气中含有一定量易挥发的酸性和碱性物质,利用酸碱吸附中和去除。

不凝气处理系统的主要工艺设计参数如表3所示。

表3 不凝气处理系统工艺设计参数

Tab.3 Process design parameters for the non-condensable gas treatment system

| 项目 | 工艺设计参数 |
|---|---------------|
| 设计处理不凝气量/(m ³ ·h ⁻¹) | 40 000~45 000 |
| 设计处理循环水泵流量/(m ³ ·h ⁻¹) | 180 |
| 设计处理不凝气温度/℃ | 35~45 |
| 设计不凝气压力/kPa | 3~6 |

2.5 反渗透处理系统工艺参数

蒸发冷凝产水一般为达标产水,但为了进一步

稳定水质,设置了反渗透处理系统。

反渗透处理系统的主要工艺设计参数如表4所示。

表4 反渗透处理系统工艺设计参数

Tab.4 Process design parameters for the RO treatment system

| 项目 | 工艺设计参数及计算 |
|--|-------------------------|
| 设计进水量/(m ³ ·d ⁻¹) | 260 |
| 设计安全系数 | 1.2 |
| 设计总处理能力/(m ³ ·d ⁻¹) | 300 |
| 设计膜通量(20℃)/(L·m ⁻² ·h ⁻¹) | 12.5 |
| 单条线设计纳滤膜过滤面积S | $S=(Q \times 1\,000)/q$ |
| 单支膜面积/m ² | 37 |
| 单条处理线膜数/支 | 30 |
| 单条处理线膜壳数/个 | 6 |
| 膜排列方式 | 一级两段,4+2排列 |
| 清液产水率/% | >85 |
| 单条处理线设计峰值产水流量/(m ³ ·h ⁻¹) | 12.75 |

2.6 残渣脱水系统工艺参数

由于浓缩液中杂盐组分复杂,蒸发并非以蒸出结晶盐为最优解,蒸发产生的饱和蒸残液泵入储罐内,通过循环换热后利用冷却结晶原理析出残渣,上清液则回流至系统内循环处置,残渣进一步通过脱水处理达到要求的含固率后,打包封装在厂内填埋处置。

选择此种路线,能耗较小,经济成本较低。设计采用机械离心脱水方式,设计总残渣处理能力25~30 t/d,设计脱水后残渣量13 t/d(含固率不低于40%)。

3 系统运行效果

系统的处理效果主要包括废水、废气、废渣的排放指标是否满足要求,同时测定工况下的电、水、药剂等消耗量。

3.1 废水排放

DTRO浓缩液蒸发处理系统出水排放至全厂污水在线排放槽。系统运行总排水口出水(冷凝水)指标均低于GB 16889—2008的表2限值。

取168 h数据进行分析,系统对DTRO浓缩液中TDS、COD、TN、NH₄⁺-N均有较好的处理效果(见图2)。

由图2可知:

① 系统对TDS的去除率均保持在97%以上,平均去除率为97.62%。

② 系统出水 COD 波动范围为 15.99~35.36 mg/L, 优于标准要求(COD≤100 mg/L)。系统对 COD 去除率均保持在 99% 以上, 平均去除率为 99.27%。

③ 系统出水 TN 为 25.08~34.13 mg/L, 优于排放标准要求(TN≤40 mg/L)。系统对 TN 去除率均在 93% 以上, 平均去除率为 95.17%。

④ 系统出水 NH_4^+-N 为 0.38~2.95 mg/L, 优于标准要求(NH_4^+-N ≤25 mg/L)。系统对 NH_4^+-N 去除率均在 89% 以上, 平均去除率为 92.23%。

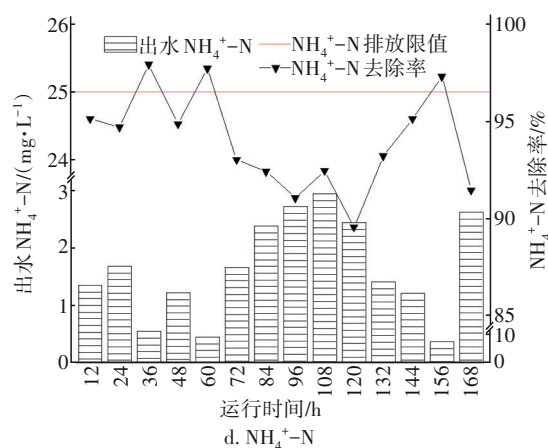
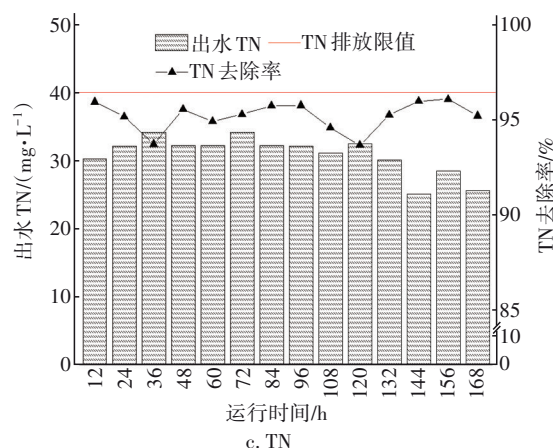
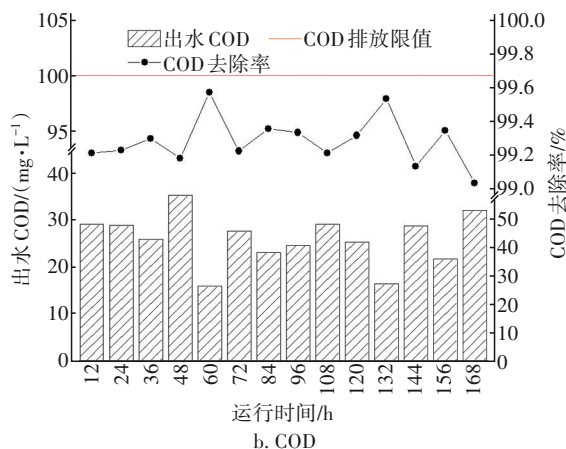
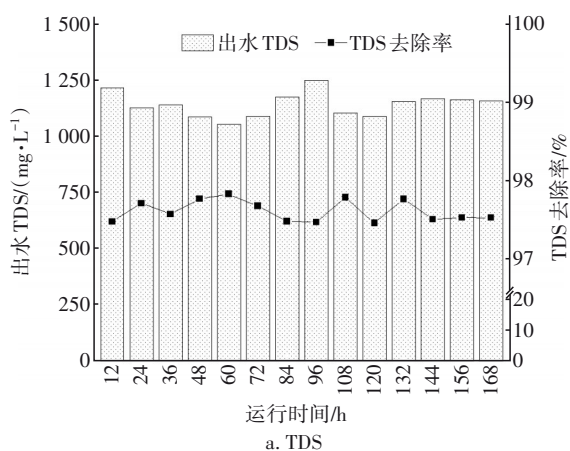


图2 蒸发处理系统对主要污染物的去除效果

Fig.2 Removal effect of evaporation treatment system on main pollutants

3.2 废气排放

DTRO 浓缩液蒸发处理系统外排废气包括经喷淋塔处理后由废气排气筒(高度 $H=30\text{ m}$)外排的有组织废气(不凝气)和系统运行过程中产生的无组织废气。

取 168 h 运行数据, 废气污染物排放情况如图 3 所示。

① 由图 3(a)可知, 不凝气颗粒物(PM)排放浓度为 1.5~3.1 mg/m³, 平均为 2.23 mg/m³; 排放速率为 0.03~0.07 kg/h, 平均为 0.05 kg/h。PM 排放浓度及排放速率均低于《大气污染物综合排放标准》(GB 16297—1996)表 2 的二级标准(排放浓度≤120 mg/m³, 排放速率≤23 kg/h)。

② 由图 3(a)可知, 系统不凝气二氧化硫(SO₂)排放浓度为 3~49 mg/m³, 排放速率为 0.09~0.92 kg/h, 不凝气 SO₂ 排放浓度及排放速率均低于标准要求(排放浓度≤550 mg/m³, 排放速率≤15 kg/h)。

③ 由图 3(a)可知, 系统不凝气氮氧化物(NO_x)排放浓度为 38~114 mg/m³, 排放速率为 0.70~2.70 kg/h, 不凝气 NO_x 排放浓度及排放速率均低于标准要求(排放浓度≤240 mg/m³, 排放速率≤4.4 kg/h)。

④ 在厂界下风向侧共选择 4 个监测点(1#~4#)对系统无组织废气的臭气浓度进行监测。由图 3(b)可知, 1#~4# 监测点臭气浓度为 14~19, 监测结果均低于《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—1993)(臭气浓度≤20)。

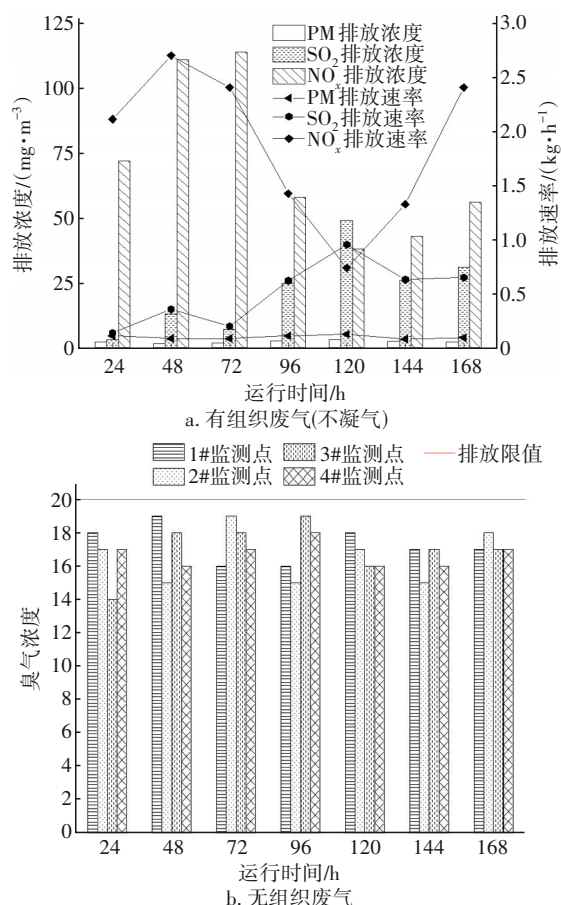


图3 蒸发处理系统废气污染物排放情况

Fig.3 Air pollutants emission of evaporation treatment system

3.3 蒸发残渣排放

DTRO 浓缩液蒸发系统产生的残渣经脱水处理

后,打包封装在厂内填埋处置。残渣脱水机对蒸发残渣具有很好的脱水效果,蒸残渣储罐(饱和蒸残渣)含水率为85.21%~90.68%,蒸发残渣含水率为11.52%~24.91%,且浸出液中各无机元素及化合物的危害成分的质量浓度均低于《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》(GB 5085.3—2007)中表1鉴别标准值,属于一般固体废弃物。

3.4 各单元处理效果

DTRO 浓缩液蒸发处理系统运行阶段各单元处理效果见表5,可见系统出水达标排放。

表5 各处理单元效果

Tab.5 Effect of main processing units

| 项目 | | COD | BOD ₅ | NH ₃ -N | TN | TDS |
|----------|--|-------|------------------|--------------------|-------|--------|
| 浸没燃烧蒸发系统 | 进水/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | 4 537 | 513 | 32 | 129 | 31 200 |
| | 出水/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | 162 | 22 | 52 | 146 | 228 |
| | 去除率/% | 96.43 | 95.71 | | | 99.27 |
| 蒸汽冷凝系统 | 进水/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | 162 | 22 | 52 | 146 | 228 |
| | 出水/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | 162 | 22 | 52 | 146 | 228 |
| 反渗透系统 | 进水/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | 162 | 22 | 52 | 146 | 228 |
| | 出水/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | 15.99 | 8.61 | 0.38 | 25.08 | 1.07 |
| | 去除率/% | 90.13 | 60.91 | 99.27 | 82.82 | 99.53 |
| 排放要求 | 出水/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) | 100 | 30 | 25 | 40 | |

3.5 主要经济技术分析

该项目处理规模260 m^3/d ,总占地面积仅约1 800 m^2 ,总投资概算为4 600万元,设备装机容量为1 185 kW,耗电量约465 $\times 10^4$ $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{a}$ 。

主要能源及原辅料等消耗情况见表6。

表6 能源及原辅料消耗

Tab.6 Consumption of energy and raw/auxiliary materials

| 项目 | 用水量 | | 用电量 | | 用气量(以天然气计) | | 消泡剂用量 | | 硫酸用量 | | NaOH用量 | |
|----|---|---|--|--|---|--|---|--|---|--|--|---|
| | 浓缩液处理量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$) | 冷凝水排放量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$) | 生产用电量/($\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{d}^{-1}$) | 吨水用电量/($\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$) | 日消耗量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$) | 吨水消耗量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$) | 日消耗量/ ($\text{L} \cdot \text{d}^{-1}$) | 吨水消耗量/ ($\text{L} \cdot \text{m}^{-3}$) | 日消耗量/ ($\text{L} \cdot \text{d}^{-1}$) | 吨水消耗量/ ($\text{L} \cdot \text{m}^{-3}$) | 日消耗量/($\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$) | 吨水消耗量/($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) |
| 1 | 266 | 207 | 9 059.92 | 43.77 | 17 887 | 86.41 | 125 | 0.56 | 50 | 0.22 | 5 | 0.02 |
| 2 | 261 | 256 | 9 259.92 | 36.17 | 17 705 | 69.16 | 100 | 0.45 | 48 | 0.21 | 3 | 0.01 |
| 3 | 268 | 220 | 9 859.92 | 44.82 | 19 083 | 86.74 | 125 | 0.56 | 52 | 0.20 | 4 | 0.02 |
| 4 | 266 | 220 | 9 259.92 | 42.09 | 17 801 | 80.91 | 150 | 0.67 | 51 | 0.23 | 5 | 0.02 |
| 5 | 263 | 220 | 9 659.92 | 43.91 | 18 551 | 84.32 | 125 | 0.56 | 47 | 0.21 | 6 | 0.03 |
| 6 | 271 | 228 | 9 259.92 | 40.61 | 18 969 | 83.20 | 125 | 0.56 | 55 | 0.25 | 5 | 0.02 |
| 7 | 262 | 220 | 9 859.92 | 44.82 | 18 932 | 86.05 | 100 | 0.45 | 50 | 0.22 | 7 | 0.03 |
| 日均 | 265.28 | 224.43 | 9 459.92 | 43.67 | 18 418 | 82.07 | 121.4 | 0.54 | 50 | 0.22 | 5 | 0.02 |

目前该工程运行具有较好的稳定性和安全性,控制系统和监测仪表准确性高,连锁性和安全性能得到保障,出水水质达到设计要求。

DTRO 反渗透浓缩液(以蒸发产水计)单位运行费包括电费、维修维护费、药剂费、残渣打包费等。以蒸发产水量计,使用天然气成本约355元/ m^3 ,使

用沼气成本约 110 元/m³。处理成本明细见表 7。

表 7 处理成本明细
Tab.7 Cost detail for water treatment

元·m⁻³

| 项目 | 费用 | 备注 |
|-------|--------|--------------|
| 人工 | 9.92 | 四班三运转,每班 3 人 |
| 维护检修费 | 19.58 | 按设备投资折算 |
| 水质检测费 | 2.52 | 含日常及在线监测 |
| 水费 | 0.09 | |
| 电费 | 44.16 | 含公用工程 |
| 药剂费 | 24.69 | |
| 残渣打包费 | 8.85 | |
| 沼气费 | 0 | 业主免费提供 |
| 天然气费 | 244.86 | 按当地市场价 |

4 结语

随着国家对垃圾渗滤液的管理日趋严格,对出水标准的要求越来越高,填埋场渗滤液的主流处理工艺为“膜生物反应器+膜深度处理”,该工艺运行稳定,耐水质负荷冲击能力强,出水水质稳定,但其产生的浓缩液一直不能实现全量化处理。目前国内对于膜法浓缩液主要采用分质处理,高级氧化在纳滤浓缩液处理工程中得到一定应用,反渗透浓缩液则多采用蒸发工艺。

成都某填埋场项目采用浸没燃烧蒸发工艺处理反渗透浓缩液,传质传热效率高、不易结垢,工艺流程短、稳定可靠、连续无故障运行周期长,还可以利用厌氧自产沼气作为能源,尤其适用于易结垢液体的蒸发、浓缩和分离技术实现单体蒸发结晶,整个浓缩液处理系统仅产生少量残渣,可实现浓缩液

全量化处理。目前浓缩液处理技术普遍存在能耗较高的问题,本项目的运行能耗与单价也同样较高,如何进一步控制运行能耗和成本是后续需要重点突破的方向。另外,浸没燃烧蒸发对氨氮的去除效果较差,如 MBR 系统运行存在波动,则可能影响蒸发产水的水质达标。

参考文献:

[1] 孙月驰,丁西明,张亚琳,等. 关于垃圾渗滤液处理技术的若干认识误区[J]. 中国给水排水,2017,33(16): 18-20.
SUN Yuechi, DING Ximing, ZHANG Yalin, et al. Several misunderstandings about landfill leachate treatment technologies [J]. China Water & Wastewater, 2017,33(16): 18-20(in Chinese).
[2] 陈刚,国瑞峰,刘一夫,等. 沈阳市大辛垃圾场积存渗沥液应急处理项目设计[J]. 给水排水,2019,45(6): 32-34,39.
CHEN Gang, GUO Ruifeng, LIU Yifu, et al. Design of Daxin municipal solid waste accumulated landfill leachate emergent treat project in Shenyang City [J]. Water & Wastewater Engineering, 2019,45(6): 32-34, 39(in Chinese).

作者简介:张聪慧(1985-),女,北京人,硕士,高级工程师,主要研究方向为渗滤液及高盐有机废水处理技术。

E-mail:aangkai5570@163.com

收稿日期:2023-08-15

修回日期:2023-10-12

(编辑:衣春敏)

精打细算用好水资源,
从严从细管好水资源