

多级生化/物化工艺处理垃圾渗滤液

王二林¹, 刘奎义¹, 王维斌¹, 姚念民², 杨淑霞², 魏 迅²

(1. 天津市滨海新区管委会, 天津 300457; 2. 国美<天津>水务设备工程有限公司, 天津 300074)

摘 要: 天津滨海新区汉沽垃圾处理场采用多级生化/物化工艺处理垃圾渗滤液, 实际运行结果表明, 处理效果良好而稳定, 出水可直接用作厂内绿化和生活用水, 剩余污泥则回喷垃圾堆体, 基本实现了“零排放”。

关键词: 垃圾渗滤液; 多级生化/物化工艺; 剩余污泥零排放

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2004)12-0079-03

Multi-stage Bio-chemical/ Physico-chemical Process for Treatment of Landfill Leachate

WANG Er-lin¹, LIU Kui-yi¹, WANG Wei-bin¹, YAO Nian-min²,
YANG Shu-xia², WEI Xun²

(1. Administrative Committee of Tianjin Binhai New Area, Tianjin 300457, China; 2. Usfilter (Tianjin) Co. Ltd., Tianjin 300074, China)

Abstract: Multi-stage bio-chemical/ physico-chemical process was applied to treat the landfill leachate from Hangu refuse treatment site in Tianjin Binhai New Area. The actual operation shows that the process is efficient and stable. The effluent can be directly used for planting and domestic water in the plant, and the excess sludge was pumped to the landfill, so that “zero discharge” is realized.

Key words: landfill leachate; multi-stage bio-chemical/ physico-chemical process; zero discharge of excess sludge

天津市滨海新区汉沽垃圾处理场于 2001 年建成并投入运行, 主要接纳汉沽区、塘沽区、开发区、保税区等地的城市生活垃圾, 设计处理能力为 650 t/d, 现垃圾进场量约为 200 t/d, 而垃圾渗滤液的产生量为 220 m³/d, 设计规模为 55 m³/d(一期)。

由于该填埋场填埋坑底的防渗等级较低, 因此渗滤液产量较大, 其 COD 为 3 000 mg/L, BOD₅ 为 2 000 mg/L, SS 为 500 mg/L, pH 值为 6~7。

渗滤液在处理后可回用于垃圾填埋场, 作为绿化及喷洒场地用水, 故要求出水水质达到《城市污水再生利用——城市杂用水水质》(GB/T 18920—

2002) 中厕所便器冲洗、城市绿化级别的水质标准, 其中 10 m³/d 的出水再经深度处理后用作垃圾处理场职工日常生活用水, 水质须达到《饮用净水水质标准》(CJ 94—1999)。

1 工艺流程

垃圾渗滤液的处理流程如图 1 所示。

1.1 多级生化处理

① 立环生化反应器

立环生化反应器是一种类似于氧化沟的活性污泥处理工艺, 污水在绕着水平分流隔板的竖向回路中循环流动。立环生化反应器示意图见图 2。

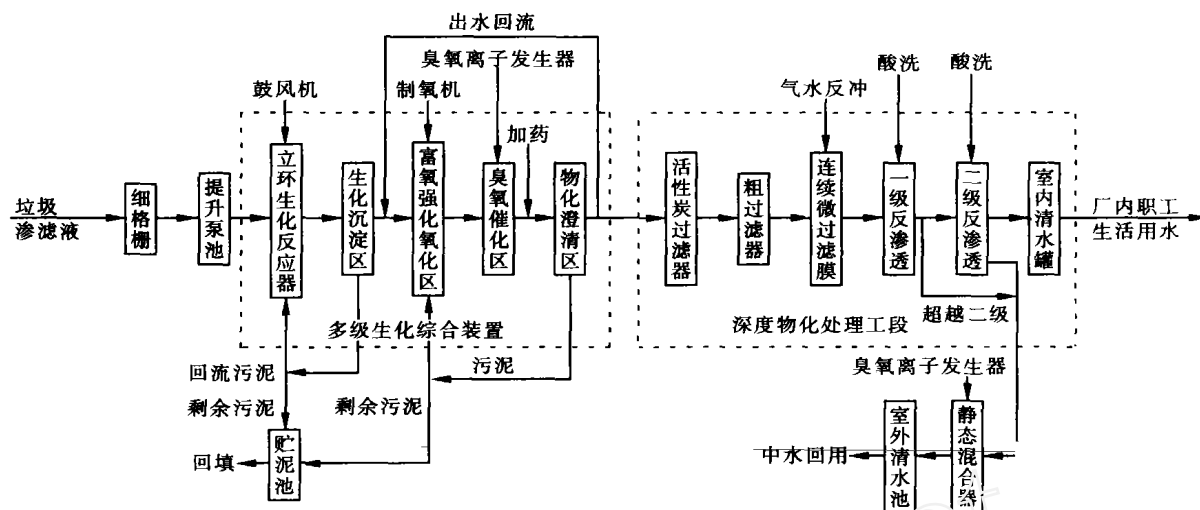


图1 渗滤液的处理流程

Fig. 1 Flow chart of landfill leachate treatment process

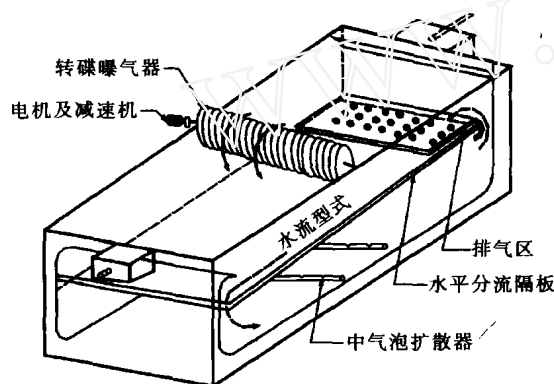


图2 立环生化反应器示意图

Fig. 2 The sketch map of vertical loop reactor

立环生化反应器采用曝气转碟作为较低负荷时的主要曝气装置,其在满足充氧需求的同时使污水以 $0.3 \sim 0.5 \text{ m/s}$ 的速度在反应器内连续循环流动。反应器下层池底设有中气泡扩散器作为辅助曝气混合装置,在较高流量或较高负荷时也可作为主要的供氧源,扩散器的供氧量易于调整。反应器中另设固定排气扩散盘,以提高氧的利用及氧转移的效率。立环生化反应器可将两种曝气方式引入同一个反应系统中,使充氧能力大大提高,其池深可达 8.5 m ,另外其外形规则便于与其他系统组合,可节省池壁和占地。系统同时配有生化反应沉淀区,剩余污泥送往贮泥池,与其他工段产生的剩余污泥一并回喷于垃圾堆体。

立环生化反应器的主要工艺设计参数为:MLSS = $4\ 500 \text{ mg/L}$,出水 $\text{DO} = 2.0 \text{ mg/L}$,污泥负荷为

$0.102 \text{ kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$,泥龄为 35 d ,需氧量为 $250 \text{ kgO}_2/\text{d}$ 。主要设备及规格为:转碟曝气机,1套,功率为 15 kW /套;罗茨鼓风机,2台,功率为 7.5 kW /台。

② 富氧强化区

利用富氧强化工艺可以为反应器中高浓度的生化反应床及活性污泥混合液提供充足的氧气,从而为部分较难降解的有机物提供生化降解的机会,同时也可使出水水质更优,污泥产量更低。较通常采用的非设备化富氧法处理工艺可以减少或省略连接管路,降低工程设备投资和占地约 30% 。

富氧强化区主要设备及规格为:制氧机,2台(1用1备),产氧量为 $5 \text{ m}^3/\text{h}$,功率为 15 kW ;空压机,排气量为 $2.2 \text{ m}^3/\text{min}$,功率为 $2 \times 7.5 \text{ kW}$ 。

③ 臭氧离子催化氧化装置

经过富氧强化处理后的出水,所剩残余有机污染物多为微生物无法直接降解的大分子物质和微生物自身代谢产物,利用臭氧在专用催化剂的作用下使有机物变性成生物能够直接降解的小分子物质,以便进一步去除,再通过回流的方式导入富氧生化区进行生化降解,依物化澄清出水情况的不同,灵活调整出水循环至富氧生化氧化区的回流比,进行循环稀释处理,保证多级生化综合装置的处理效率。

臭氧催化氧化区主要设备为臭氧离子发生器,2台(1用1备),臭氧离子产生量为 200 g/h ,功率为 5.5 kW 。

1.2 深度物化处理

生化综合处理装置的出水,经过机械粗过滤、活

性炭过滤、连续微过滤 (CMF) 及反渗透 (RO) 除盐、后期杀菌消毒处理后,成品水电导率 $\leq 10 \mu\text{S}/\text{cm}$ 。

① CMF 系统

经过比选最后确定采用 USFILTER MEMCOR 公司生产的 CMF 设备。它是一种中空纤维膜,外径为 $550 \mu\text{m}$,内径为 $300 \mu\text{m}$,过滤壁孔径为 $0.2 \mu\text{m}$ 。该 CMF 系统采用气水联合反冲系统,以 600 kPa 的压缩空气由中空纤维膜内吹向膜外,能将截留在纤维壁上的污染物较为彻底的清除。CMF 系统膜纤维的使用寿命一般为 $5\sim 7 \text{ a}$ 。同时其运转过程中不需要投加任何化学药剂。CMF 系统主要设备型号为 2M10C,进水量为 $55 \text{ m}^3/\text{d}$ ($20\text{ }^\circ\text{C}$),化学清洗频率为 $7\sim 60 \text{ d/次}$,装机功率约为 4 kW 。

② RO 系统

RO 系统分两级,经一级 RO 处理后的出水分两路,如果进水波动性较小且出水水质稳定,则超越二级 RO 直接排入室外清水池;如果原水水质较差则需再进入二级 RO。二级 RO 出水除满足厂内职工生活用水外,其余部分流入室外清水池作为回用水。

RO 系统主要设备型号为 USFRO - 10,产水量为 $10 \text{ m}^3/\text{d}$ ($20\text{ }^\circ\text{C}$),装机功率约为 5.5 kW 。

2 工程调试

通过近 30 d 的调试,发现系统基本稳定,接下来就是同时开动双膜处理系统的联合试运行。从监测结果来看,经过 CMF 和 RO 双重处理后出水水质优于自来水的水质。

综合三次检测结果并与《饮用净水水质标准》(GB 94—1999)进行对比,出水水质如表 1 所示。

表 1 CMF、RO 的出水水质及与标准的比较

Tab. 1 Comprison of effluent quality between result value and standards

项 目	CMF 出水	一级 RO 出水	二级 RO 出水	标准数值
硝酸盐氮 (mg/L)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	10
高锰酸盐指数 (mg/L)	12.90	1.03	0.55	2
硫酸盐 (mg/L)	210.946	14.286	12.430	100
硬度 (mg/L)	9.56	0.04	0.02	300
砷 (mg/L)	< 0.007	< 0.007	< 0.007	0.01
氰化物 (mg/L)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	0.05
六价铬 (mg/L)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	0.05
大肠菌群	4 个/L	< 3 个/L	< 3 个/L	0/100 mL
氟化物 (mg/L)	1.76	0.17	0.14	1.0
氯化物 (mg/L)	2 293.13	49.67	13.99	100
酚 (mg/L)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.002

工程调试由 2003 年 8 月中旬开始至达到稳定的膜出水,历时 60 d 。由于业主方按冬季停运考虑,该工程未设保温措施,于 2003 年 11 月停运。2004 年 4 月初重新启动,并在 2004 年 6 月系统恢复正常运行,由汉沽区环境保护监测站提供的水质化验结果见表 2。

表 2 稳定运行期的进、出水水质

Tab. 2 The quality of influent and effluent during stable operation period

项目	进水 (mg/L)	立环(含沉淀池) (mg/L)	富氧 (mg/L)	臭氧 (mg/L)	出水 (mg/L)	去除率 (%)
COD	1 700~7 700	400~1 100	270~980	260~930	240~800	85
BOD ₅	120~320	≤ 30	≤ 20	≤ 2	≤ 2	99
全盐量	1 900~5 000	1 200~4 500	1 050~4 100	1 020~4 000	1 000~4 000	35
悬浮物	130~170	50~140	25~65	25~35	15~25	87
氨氮	80~160	≤ 40	≤ 8	≤ 8	≤ 8	97
总磷	10~130	≤ 5	≤ 4	≤ 3.5	≤ 3	85

由以上数据可见,在进水水质严重超出设计水质的条件下,经过综合处理装置后仍能达到 GB 16889—1997 的生活垃圾渗滤液三级排放限值。目前该工程运行良好、稳定。

3 经济分析

该工程投资 487.39 万元 。其中电费:设备总装机容量为 75 kW ,运行电耗约为 $1\,000 (\text{kW}\cdot\text{h})/\text{d}$,汉沽垃圾填埋场电价为 $0.6 \text{ 元}/(\text{kW}\cdot\text{h})$,折算成单位水量费用为 $10.91 \text{ 元}/\text{m}^3$;药剂费:主要为混凝沉淀和膜清洗的药剂,折合单位水量费用为 $1.55 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。综上所述,单位水量直接运行费用总计为 $12.46 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。

电话 : (022) 23348999 23545396

E - mail : ynmn @public .tpt .tj .cn

收稿日期 : 2004 - 08 - 20

保护自然
保护水源
行胜于言