

两级DTRO工艺处理建制镇垃圾渗滤液工程实例

对云南省某建制镇生活垃圾填埋场中渗滤液处理工程所采用的两级DTRO工艺从工艺流程设计、处理效果、运行成本等方面进行介绍，该工程处理规模为 $15\text{m}^3/\text{d}$ ，运行结果表明，出水 COD_{Cr} 质量浓度不超过 34mg/L ， BOD_5 质量浓度不超过 17mg/L ， $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度不超过 8mg/L ， TN 质量浓度不超过 10mg/L ， SS 质量浓度降至 0mg/L ，出水水质稳定且满足《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008)对渗滤液排放标准的要求。

为推进云南省开展城乡人居环境提升行动，省政府积极组织开展了全省建制镇供水、污水和生活垃圾处理设施项目建设工作，以全省570个建制镇为重点，以点带面，示范引领，开展城乡环境综合治理工作。

云南省地形多变，在三类基础设施中，生活垃圾治理是最大难题，目前建成项目多为小规模垃圾填埋场，设施建设本着“共建共享”原则，以建制镇为中心，覆盖周边服务范围内的生活垃圾。

垃圾填埋产生的渗滤液是一种污染物组份极为复杂的污水，具有 BOD_5 、 COD 、重金属及氨氮含量较高，微生物营养元素比例失调，水质水量波动大易受影响等特点[1]。

因此，处理渗滤液最直接、最高效的方式是在填埋场区设置污水处理厂，就地排放、就地处理。在小规模的垃圾渗滤液处理工程中两级DTRO一体化设备工艺可发挥巨大优势。通过工程实例分析，对今后云南省建制镇生活垃圾渗滤液处理工程提供参考和借鉴意义。

1 工程概况

云南省某建制镇垃圾填埋场库区占地面积 3.69万 m^2 ，填埋库容 36.34万 m^3 ，处理规模为 45t/d ，渗滤液处理站处理规模为 $15\text{m}^3/\text{d}$ 。填埋场处理垃圾包含集贸市场、居民生活、工业商业、公共场所等产生的垃圾，主要成份为厨余、灰渣以及废旧布料、纸屑、玻璃、塑料制品等；生活垃圾含水率： $25\%\sim 50\%$ ；容重： $0.4\sim 0.6\text{t/m}^3$ ，项目服务范围内生活垃圾组成成分见表1。该建制镇收运、处理的垃圾本身具有较高含水量，同时填埋分解反应会产生渗滤水，加之降雨入渗，便在填埋场区内产生大量渗滤液。由填埋场地质条件可知场区地下水埋藏较深，且设计时采用HDPE双层防渗土工膜，故降雨入渗情况是产生渗滤液的决定性因

素。本项目设计进、出水水质指标见表 2。按 GB 16889-2008《生活垃圾填埋场污染控制标准》^[2]中所规定的排放要求来确定设计出水水质标准。

表 1 生活垃圾组成成分

成分	有机物	无机物	塑料	金属、玻璃	废纸	其他
含量(%)	34.2	32	3.8	8.5	5.5	16

表 2 设计进、出水水质

项目	pH 值	$\rho(\text{COD}_\text{Cr}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{BOD}_5) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{NH}_3\text{-N}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{TN}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{SS}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$
进水水质	6~9	12000	6000	1200	1500	800
出水水质	6~9	≤ 100	≤ 30	≤ 25	≤ 40	≤ 30

2 工艺设计

目前垃圾填埋场渗滤液处理工艺运用较多的有 MBR+卷式纳滤+卷式反渗透，两级 DTRO 和 MVC 工艺，通过对 3 种工艺的流程特点、技术服务能力、运行效果、运行费用、运行管理、环境影响及建设周期等技术经济指标进行对比分析，从占地面积、投资运行费用、维护管理和系统稳定性等方面综合考虑，确定该渗滤液处理工程采用两级 DTRO 一体化设备和浓缩液回灌系统，具体工艺流程图见图 1。

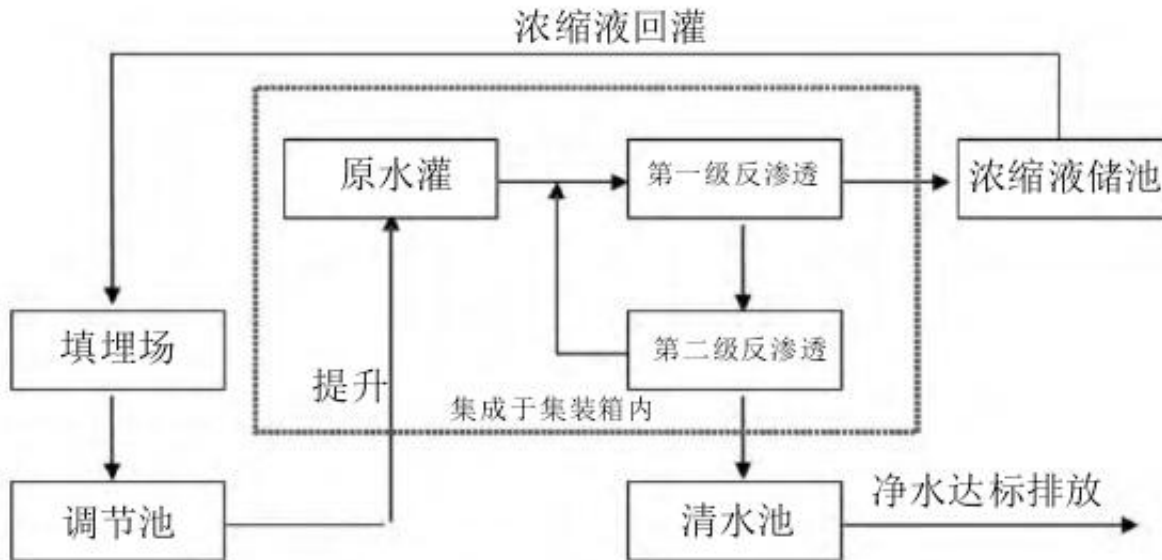
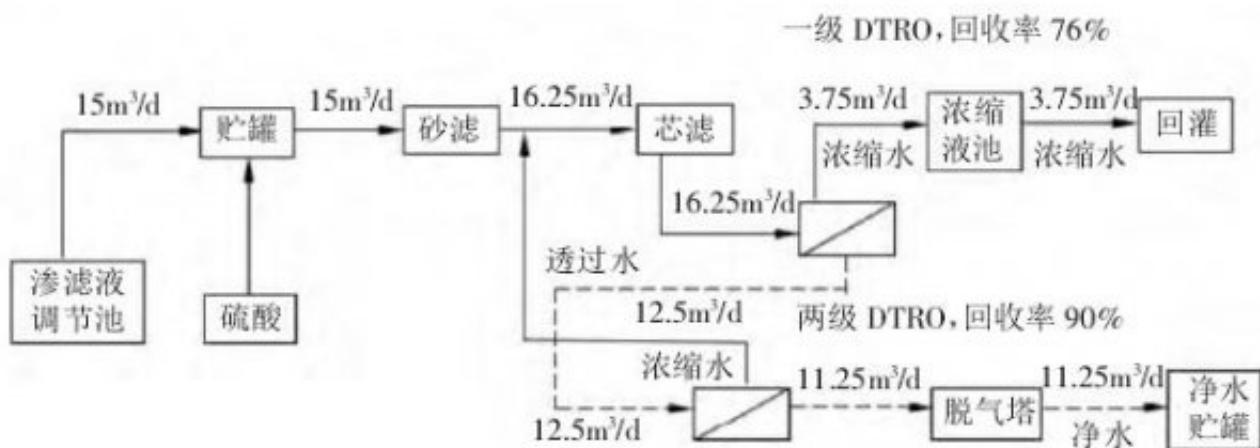


图1 渗滤液处理系统两级DTRO工艺流程图

2.1 水量平衡计算

15m³/d两级DTRO系统水量平衡计算见图2。



注：原水电导率 $\leq 25\text{ms/cm}$ （水温高于 15°C ），总回收率 $\geq 80\%$ ，即最终出水量 $\geq 12\text{m}^3/\text{d}$ 。

原水电导率 $\leq 20\text{ms/cm}$ （水温高于 15°C ），总回收率 $\geq 75\%$ ，即最终出水量 $\geq 11.25\text{m}^3/\text{d}$ （上图中按此值进行计算）。

原水电导率 $\leq 25\text{ms/cm}$ （水温高于 15°C ），总回收率 $\geq 70\%$ ，即最终出水量 $\geq 10.5\text{m}^3/\text{d}$ 。

进水温度低于 15°C 时，温度每降低 1°C ，回收率下降约 0.5% ，反之升高；进水温度低于 10°C 时，温度每降低 1°C ，回收率下降约 1% ，反之升高；进水温度高于 20°C 时，温度的变化对回收率影响不大。

上述水量平衡按开机率 90% （即每天工作 21.6 小时）计算所得，若满负荷工作处理水量则为 1.1 倍，即进水 16.5m^3 。

2.2 预处理系统

渗滤液内存在各类镁、钙、硅、钡等难溶盐离子，故其pH值受垃圾性质、降雨状况、填埋方式及填埋场结构、场龄等因素影响，这些难溶盐离子经过反渗透系统时被高度浓缩，极易在渗透膜表面结垢，为防止出现硫酸盐垢和硅酸盐垢现象，需在原水处理前对其pH值进行调节^[3]。具体来说就是，在贮罐中加硫酸调节pH值，将原水加压泵送至50 μ m精度的石英砂过滤器，出水后根据原水水质情况适量添加阻垢剂进入预处理膜柱最后一道保护屏障即10 μ m精度的芯式过滤器，通过两次过滤来降低原水中SS的浓度。

2.3 两级DTRO系统

渗滤液处理工艺为两级反渗透膜系统，经过芯式过滤器的渗滤液直接进入第一级反渗透高压柱塞泵，为使膜柱具有平稳的高压脉冲力，每台泵后设置一个减震器。第一级反渗透系统设置两组串联方式连接的减震器，各组处理污染物的浓液依次增加^[4]。原水进入第一级反渗透的第一组膜柱减震器后，经高压泵直接供水；在第二组膜柱后配备一台在线循环泵以产生足够的流量和流速来防止膜污染^[5,6]。第二级反渗透系统设置一组减震器，处理第一级透过水，由于其进水电导率低，回收率高，仅用高压泵即可以满足要求，故不需设置在线增压泵。反渗透处理后分两部分出水，第一级透过水排向二级反渗透系统，此时浓缩液排入浓缩液储存池，第二级透过水排入净水贮罐回收利用，产生的浓缩液再次返回第一级反渗透系统重复处理步骤。

2.4 清水脱气及 pH 值调节

反渗透膜可以脱除溶解性离子,但对溶解在渗滤液中的气体却起不到去除作用,这些气体的酸碱度很可能影响到反渗透膜产水的 pH 值,使其不能满足排放要求^[4]。因此只需在脱气塔中加微量的碱液脱除透过水中溶解的酸性气体,出水 pH 值就能显著上升,即可达到排放要求。

2.5 浓缩液回灌

一级反渗透处理的浓缩液进入到浓缩液池,浓缩液的产量为3.75t/d,浓缩液将暂时存放在浓缩液储存池内,达到一定量后启动螺杆泵(此处配置两台螺杆泵,一用一备),将浓缩液回灌至填埋库区内的浓缩液回灌塘内;同时,当两级DTRO系统检修停机不能正常工作或者旱季时,渗滤液可以通过浓缩液回灌系统回灌至填埋库区,达到减量或者应急处理要求。

3处理效果

本项目两级DTRO系统通过采用高截留率反渗透膜提高对小分子有机物的截留率,在渗滤液进入系统前将pH值调至6.1~6.5,一方面防止无机盐的结垢,另一方面使得渗滤液中游离态的氨与加入的硫酸形成二价氨盐,提高对氨氮的去除率。

同时,注意控制进水温度对膜截留率的影响,温度每升高10℃,去除率只会下降0.5%~1.0%,反之会提高0.5%~1.0%。系统建成经调试运行后,对工程出水水质进行监测,得到各工艺段污染物去除效果见表3。

表 3 各工艺段污染物去除效果

工艺	项目	pH 值	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{BOD}_5)$ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{TN})$ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{SS})$ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
预处理	进水水质	6~9	12000	6000	1200	1500	800
	出水水质	≤ 6.4	≤ 11400	≤ 5700	≤ 1200	≤ 1500	≤ 40
	去除率	—	$> 5.0\%$	$> 5.0\%$	$> 0.0\%$	$> 0.0\%$	$> 5.0\%$
一级 DTRO	进水水质	6~9	≤ 11400	≤ 5700	≤ 1200	≤ 1500	≤ 40
	出水水质	—	≤ 570	≤ 285	≤ 96	≤ 120	≤ 0
	去除率	—	$> 95.0\%$	$> 95.0\%$	$> 92.0\%$	$> 92.0\%$	99.9%
二级 DTRO	进水水质	—	≤ 570	≤ 285	≤ 96	≤ 120	≤ 0
	出水水质	6~9	≤ 34	≤ 17	≤ 8	≤ 10	0
	去除率	—	$> 94.0\%$	$> 94.0\%$	$> 92.0\%$	$> 92.0\%$	99.9%
排放标准		6~9	≤ 100	≤ 30	≤ 25	≤ 40	≤ 30

4 项目投资及运行成本分析

本项目垃圾填埋区投资 1320.64 万元，渗滤液处理区投资 219.95 万元，渗滤液日处理运行成本为 38.92 元，具体分析见表 4。

表 4 两级 DTRO 工艺运行成本分析表 (15m³/d)

项目		日消耗量	单价	日运行费用	备注
两级 DTRO 系统	电费	258kWh/d	0.6 元/kWh	154.8 元/d	装机功率 20.0kW
	清洁剂 A	1.9L/d	24.0 元/L	45.6 元/d	运行功率 7.8kW
	清洁剂 C	1.0L/d	24.0 元/L	24.0 元/d	
	阻垢剂	0.1L/d	300.0 元/L	30.0 元/d	
	硫酸	26.0L/d	1.8 元/L	46.8 元/d	
	NaOH	0.8kg/d	4.0 元/L	3.2 元/d	
膜更 换	一级膜	7 支膜柱/3 年	80 元/片	106.9 元/d	每支膜柱 209 片膜
	二级膜	2 支膜柱/5 年	80 元/片	18.3 元/d	每支膜柱 209 片膜
设备运行维修费			20000 元/年	55.6 元/d	
人工费		2 人	1500 元/ (月·人)	98.6 元/d	
合计				583.8 元/d	
每天 15m ³ 计算,每方水运行成本				38.92 元/m ³	

5 结语

采用两级 DTRO 工艺进行小规模渗滤液处理,将垃圾填埋场作为污染物最终消纳场所,充分利用填埋场资源,节省占地面积和建设投资,避免二次污染扩散。该工艺能够保证出水水质稳定,耐冲击负荷能力强,运行达标排放;维护操作工作标准化便于管理,节省运行成本,是云南省建制镇小规模垃圾填埋场渗滤液处理工程的最佳选择。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/129871.html>