

重庆长生桥垃圾填埋场渗滤液处理系统

经济技术分析

摘要：长期以来，人们普遍认为，用反渗透技术处理渗滤液，处理效果不用怀疑，可以达到国家最严格的环保标准甚至中水回用标准，然而，设备投资、系统的稳定性、运行费用却是国内业主和专家关系的焦点。作为我国第一个利用反渗透技术处理垃圾渗滤液的填埋场，重庆长生桥受到国内同行的广泛关注。该渗滤液处理系统从 2003 年 10 月 10 日起正式投入商业运营，至今运行状况良好。经过详细深入的调查，本文分析了该系统的经济技术状态，认为该系统具有很大的推广价值。

关键词：渗滤液，反渗透，经济分析

一、项目背景

重庆长生桥垃圾填埋场始建于 1997 年，采用世界银行贷款建设，于 2003 年 7 月投入使用，日处理生活垃圾 1000 吨，是重庆市第一个现代化的卫生填埋场。渗滤液处理系统是长生桥垃圾填埋场重要组成部分之一，为保证不污染三峡库区，经过严格的招投标程序和国外考察，采用了 PALL 公司的碟管式反渗透（DTRO）设备。该设备于 2003 年 6 月运到重庆，9 月 5 日在土建条件还不完全具备时开始安装，17 日安装完毕，23 日开始试运行，同时开始人员培训。设备每日 24 小时连续运行，出水清澈透亮，经重庆市环境监测检测，满足招标文件的要求，业主和监理均非常满意，出水指标见表一。

表一、长生桥渗滤液处理系统检查结果（2003 年 9 月 19 日取样）

	PH	SS (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	电导率 (S/cm)
1RO 出水	6.38	0.25	79.4	23.1	26.5	350
2RO 出水	5.71	0.5	29.6	7.65	5.44	50.8
观察池出口	6.58	0.25	<10	1.00	6.14	67.3

注：检测单位为重庆市环境检测中心

2003 年 10 月 10 日，设备供应商完成了操作人员的培训，于当日起进入两年商业运营，截至到 2004 年元月 8 日，除设备检修、停电停机外，系统一直正常运行，共处理渗滤液 36574 立方米。

二、系统配置

重庆长生桥垃圾填埋场渗滤液处理系统设计处理渗滤液 500 吨/日，其中包括 100 吨/日的洗车水。该项目调节池 4 万立方米，设有 5 个表面曝气机，但由于土建工程尚未结束，曝气机没有工作，渗滤液从调节池的集水井直接进入反渗透系统。

反渗透系统采用美国 PALL 公司的碟管式反渗透 (DTRO) 设备，分为两级，第一级 200 个膜柱，第二级 56 个膜柱，每个膜柱 169 个膜片。

渗滤液由集水井直接泵入原水储罐，然后经过砂滤器 (3 个) 和芯式过滤器 (4 个)，再由高压泵泵入第一级反渗透系统。第一级反渗透系统分为两条线，每条线 100 个膜柱，由一个高压泵供水，4 个循环泵增压。第一级反渗透的浓缩液排到浓缩液储罐，再经浓缩液储存池进行回灌处理；出水进入第二级反渗透系统。第二级反渗透有两个高压泵，没有循环泵；其出水排放到观察池，最终排放到自然水体。二级反渗透的浓缩液回到一级反渗透的进水端再次处理，以增加系统回收率。反渗透系统处理流程见图一。

二、系统投资

重庆长生桥垃圾填埋场渗滤液处理系统共投资 3900 万人民币，其中反渗透设备为 2270 万人民币。设备款由如下几个部分组成：

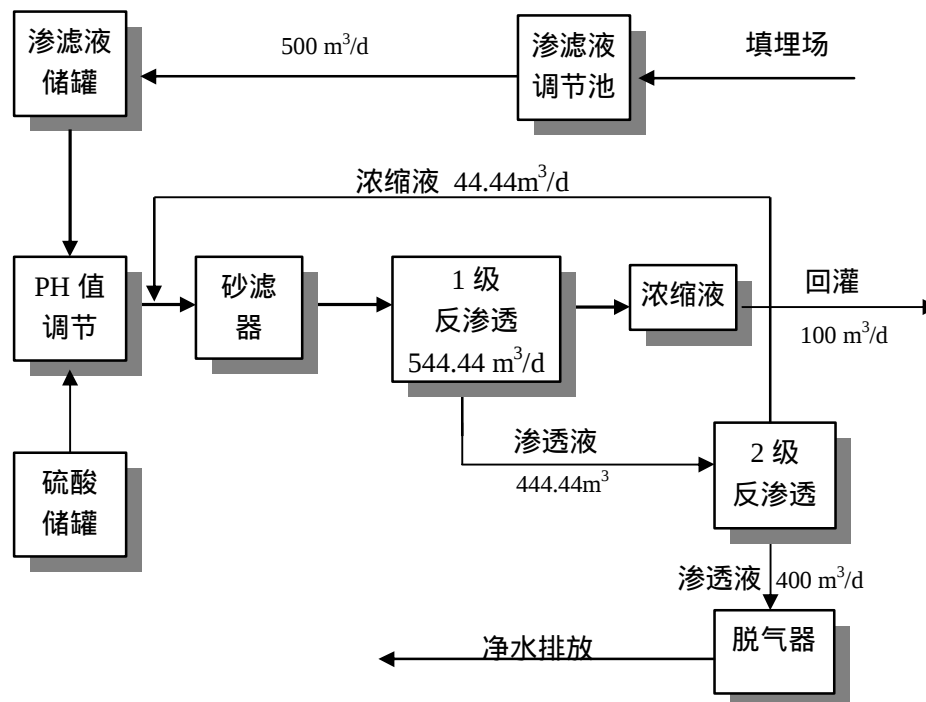
两级碟管式反渗透：1900 万元；

三年零备件：81 万元；

两年试运行的运行费用：280 万元。

如不包含两年运行费用，设备投资为 1981 万元，平均吨投资为 3.962 万元。

如果按 20 年折旧计算，系统折旧费为：5.43 元/吨。



图一、长生桥 DT-RO 渗滤液处理系统物料平衡流程图

三、运行费用

在利用反渗透技术处理渗滤液的系统中,运行费用中膜片更换费用占相当大的比例。在长生桥项目中,设备制造商对膜片的更换时间做了承诺,第一级反渗透膜片寿命不低于 3 年,第二级不低于 5 年;如果在承诺的期限内膜片堵塞或损坏,都由制造商无偿更换。

由于膜片更换费用需要摊薄,对运行费用的计算有两种算法,即含膜片费用 and 不含膜片费用,5 年内的平均费用可以反映实际的运行费用。

从 2003 年 9 月 18 日调试开始,到 2004 年元月 8 日,共处理渗滤液 36574 立方米,期间添加硫酸 4 次,共 32.5 吨;用电 170255 度(装有单独电表);消耗清洗剂 A 3072 升,清洗剂 C 1463 升,阻垢剂 100 升,高压泵机油 64 升。期间更换过一个 PH 传感器的放大器,合人民币 2000 元,人员平均工资为 2000 元/人/月,共 3 人。因此,这一阶段的不含膜片费用的运行费用可以计算如下:

硫酸: $E1 = 32.5 \times 500 = 16250$ 元

电费：E2=170255 0.65=110655.75 元

清洗剂：E3 = (3072+1463) 23=104305 元

阻垢剂：E4=100 20=2000 元

高压泵机油：E5=64 17=1088 元

维护费：E6=2000 元

人员工资：E7=2000 3 3 = 18000 元

总费用：E8 = E1+E2+E3+E4+E5+E6+E7=252308.8 元

平均运行费用：Q = 252308.8 36574=6.90 元/吨

在设备制造商的投标书中，两年承包运行电费按 0.5 元/度计算，此间的运行费用为 6.19 元/吨，而目前的实际电费是 0.65 元/度，所以实际发生的运行费用为 6.90 元/吨。

在长生桥垃圾场的渗滤液处理系统中，第一级反渗透有膜柱 200 个，第二级 56 个，每个膜柱 169 个膜片。平均每天的膜片费用可以计算如下：

第一级反渗透：E9= (200 169 87) (365 3)=2865.48 元

第二级反渗透：E10= (56 169 87) (365 5)=451.16 元

每天的膜片费用：E11=E9+E10=3136.84 元

从 2003 年 9 月 18 日到 2004 年元月 8 日 (110 天) 的膜片费用可以计算如下：

E12=E11 110=345030.4 元

此间总的运行费用：

E=E12+E8=597339.2 元

平均运行费用：Q=E 36574=16.33 元/吨

如果计算系统折旧费用，运行费用为：

Q=16.33+5.43=21.76 元/吨

作者：齐小力

Email：qixiaoli@dtro.com.cn