

BOT 模式新建城市污水处理厂水处理工艺对比分析

刘强强

(青岛鑫源环保集团有限公司 山东青岛 266108)

摘要: 本研究以实际污水处理厂工艺选定案例为基础, 基于对其工程基本建设概况简述, 重点分析了该厂污水处理工艺的选定、工艺投资风险预测及评价以及工艺建设综合决策, 最终从项目投资风险低、污水运营预测成本评价结果等方面综合分析, 得出氧化沟水处工艺为该厂的最优水处工艺。

关键词: BOT 模式; 新建城市污水处理厂; 水处工艺; 对比

1 拟建污水处理厂概况

BOT 模式是当今环保工程建设普遍采用的投资运营模式, 某市计划采用该运营模式建设一座污水处理厂, 该厂建成后将全面取代该市原污水处理厂的污水收集、处理任务。该拟建污水处理厂的设计规模为 40×10^3 立方米/天, 工程建设周期定位 2 年, 项目运营周期定位 20 年。

该污水处理项目拟采用: 格栅(粗/细)、沉砂池、二沉池、生化处理系统、鼓风机、污泥回流设备、污泥脱水设备以及污泥带式压滤机等主要污水处理设备及配套构筑物。为

响应国家节能减排、资源回用的政策, 该厂拟对厂内处理后的污水进行适当回用, 主要用于该县的中水回用, 预计回用率约 15%^[1]。

根据该厂 15% 的中水回用目标, 结合城镇污水处理厂污水中污染物排放标准 (GB18918-2002) 要求, 该厂水处出水水质应满足一级 A 排放标准要求, 具体排放浓度及其去除率限值要求如表 1 所示。

表 1 拟建污水处理厂设计出水水质要求一览表

污染物指标	COD	BOD ₅	SS	TN	NH ₃ -N	TP
浓度 (毫克/升)	50	10	10	15	5	0.5
去除率 (%)	87.5	95	96	62.5	83.4	87.5

2 污水处理工艺方案选定

通过调研该市正在或历史运行的多家污水处理厂现状, 并对拟建污水处理厂拟接受污水中待去除目标污染物成分及目标去除率分析可知, 氮、磷及有机污染物是主要的目标污染物。因此, 生化处理工艺应作为主要的处理工艺。基于该市污水处理工艺及运行成本分析, A²O (方案一)、氧化沟 (方案二)、MBR (方案三) 和 SBR (方案四) 四种工艺均

作为本项目建设的备选工艺。

3 投资风险预测及评价

3.1 建设投资概率分布

上述四种备选工艺的建设投资三角分布值计算是基于蒙特卡洛模拟开发的的城市污水处理投资风险预测和风险变量概率函数计算而得, 结果如下表 2 所示:

表 2 四种方案建设投资概率分布结果一览表

投资方案	计算结果	建设投资乐观值 (万元)	最可能投资值 (万元)	悲观值 (万元)
方案一		10188	11520	12456
方案二		11320	12800	13840
方案三		13584	15360	16608
方法四		13450	16058	17054

3.2 运营期销售收入概率分布

通过污水处理厂建成后需经历试运营和正式运营两个阶段, 而两个运营阶段的污水处理量存在很大差异^[2]。于此, 污水处理厂正式运营前为了尽可能的合理估算污水处理量, 其在拟定 BOT 合同时加入相应条款, 通常以运营期内污水处理量需达到正常污水处理量的 60%~80% 为最低标准, 低于该范围则由政府提供经济补偿。通常污水处理厂正式运营后, 一般以 80%~90% 作为常取经验值。即使污水处理量

过大, 也不应大于设计处理能力的 20%, 否则应在 BOT 合同中附以相应条款予以明确, 政府应辅助以额外经济补偿。本项目污水处理厂污水处理量的计算, 分别以 60%、70% 和 80% 作为前 3 年的经验取值, 此后年限以 90% 计算, 由此计算而得该厂运营期内年均污水处理量约为 1270.2 吨。

该拟建污水处理厂的投资收益率是基于该市的历年来贷款利率和 CPI 计算而得, 计算结果为 $1.1 \times 1.037 - 1 = 14.07\%$; 以吨污水处理价格收入为 1.35 元/立方米、

年均污水处理量为 1270.2 吨计算, 该污水处理厂的收入约为 1714.77 万元。若采用正态分布方法统计污水处理销售收入, 基于 Excel 或 Matlab 计算程序在平均销售收入的 $\pm 10\%$ 范围内随机产生 1 万个数值(即 1 万个污水处理厂的运营成本随机抽样数据), 则可计算标准差为 99.60 万元, 由于得

到该厂污水处理销售收入的正态分布结果 $N(1714.77, 99.602)$ 。

3.3 污水运营成本的概率分布

基于该市 A²O、氧化沟、SBR 和 MBR 四种城市污水处理投资工艺, 调研统计, 相关指标评价结果见表 3 所示。

表 3 四种方案相关评价指标结果对比

评价指标 投资方案	污水运营成本评价结果	去除污染物耗氧当量 是否在正常范围内	吨水运营成本投入与 去除污染物耗氧当量 匹配情况	运营成本 合理性
方案一	正常	是	相匹配	正常合理
方案二	正常	是	相匹配	正常合理
方案三	异常	否	不相匹配。	从运营角度看, 该方案无法作出科学的投资决策 ^[1]
方法四	正常	是	相匹配	正常合理

4 结论

该城市污水处理项目投资方案各因素评价得分具体研

究结果如下表 4 所示:

表 4 城市污水处理项目投资方案各因素评价得分表

投资方案	投资风险预测值及其评价结果	污水运营成本预测及其评价结果	项目综合效益预测值及其评价结果
方案一	高风险 (69.28%)	正常 (0.77 元/m ³)	优秀 (90.30)
方案二	低风险 (92.81%)	正常 (0.61 元/m ³)	良好 (88.06)
方案三	低风险 (97.97%)	异常 (0.51 元/m ³)	良好 (82.05)
方法四	低风险 (93.56%)	正常 (0.67 元/m ³)	良好 (89.08)

综上, 基于对以上四种投资方案的详情分析, 对于该拟建污水处理项目的投资公司而言, 项目投资风险低、污水运营预测成本评价结果正常的氧化沟工艺应作为其首选实施方案; 若本污水处理厂出水水质要达到一级(A)标准, 则选用 MBR 工艺, 且需新增构筑物, 如膜格栅单元, 增设中亚或者高压水反洗工艺等。

参考文献

[1]赵传义, 陈天兵, 张俊明. 城市 BOT 污水处理厂节能降耗研究[J]. 节能技术 2018(6):84-86.

[2]李易寰, 钟奕杰, 苏挥. A~2O/A-MBR 工艺在污水处理厂中的应用[J]. 水处理技术, 2018(6).

[3]吕文博. 刘川工业园区污水处理厂工程设计实例[J]. 城市道桥与防洪, 2019(8).

作者简介:

刘强强 男, 出生年月: 1985, 0220. 青岛鑫源环保集团有限公司, 本科 研究方向: 水处理工程. 环保中级工程师