

# 城市生活污水处理厂运营成本测算方法研究

王亭<sup>1</sup> 赵超<sup>2</sup>

1. 海南万禾工程科技咨询有限公司; 2. 广东省国际工程咨询有限公司

**摘要:** 生活污水处理厂主要收集城市居民排放的各类污水, 再利用药剂和特殊工艺对污水进行净化处理, 以保证其达到排放标准, 避免给地表水造成污染问题, 实际污水处理的工艺十分复杂, 也需要耗费大量资源, 因此, 生活污水处理厂的运营成本也比较高。本文通过基于城市生活污水处理厂运营成本管理的要求, 分析了运营成本测算的意义及主要方法。

**关键词:** 成本测算; 污水处理; 成本管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.21.113

## 引言

近些年, 人们的环保意识逐渐加强, 国家对于污染物、污水的排放管控也愈发严格, 城市生活污水需要在排放前经过一定的净化处理, 该过程要耗费较高成本, 因而成本的控制也十分重要。

### 一、研究背景

我国城市的污水处理效率近些年不断提高, 对于环保工作给予了很大支持, 但由于城市现代化发展的步伐加快, 污水产出量也在持续增加, 不少污水处理厂承担着较大的运营负荷, 其成本也越来越高, 一些小的处理厂由于成本管控不当而出现负面问题, 如所耗费的人力与物力较多却没有发挥出应有效能、投入资金不足直接造成停止生产等问题, 出现这些情况的主要原因在于成本测算不合理、不及时, 成本控制目标也不够清晰, 因此, 尽快规范污水处理厂的成本管理很有必要<sup>[1]</sup>。

### 二、城市生活污水处理厂运营成本测算的重要意义

城市生活污水处理厂是针对污水进行净化并使其达到标准后顺利排放的重要机构, 其日常进行污水处理的工艺复杂, 需要建设或配置多种类型设施, 从而耗费较多费用。对污水处理厂运营成本的测算则是成本管理的重要基础, 其具体涉及的成本费用包括动力费、人工费以及维护修理费等, 要采用合适的方法实施测算, 优化成本管理机制, 以便于促进污水处理厂经济核算制度的推行落实, 持续改进污水处理企业的生产经营, 尽可能争取最大化经济成效。成本测算可以对污水处理的各项成本进行明确, 再进一步比对收支并计算盈亏, 为城市不同发展界定的污水处理收费标准制定提供依据。成本测算也能够评价考核成本的变化, 分析其升降的原因, 挖掘节约成本的潜力, 同时便于及时针对污水处理各项费用的支出进行监督并开展科学预测, 以此来规划后期的成本, 确定合适目标, 提高成本管理水平<sup>[2]</sup>。

### 三、城市生活污水处理厂运营成本测算主要方法

#### (一) 项目概况

此次研究的城市污水处理厂为三亚市荔枝沟水质净化二厂, 该厂在建设时的实际用地面积达到63.75亩,

设备搭建和相关土建工程的规模设计为4.0万m<sup>3</sup>/d, 最初设计的污水处理后出水要求达到一级A标准, 后续对水质实施提标, 开展了改造工程, 具体规模标准为7.0万m<sup>3</sup>/d, 其中新建的二厂部分为4.0万m<sup>3</sup>/d, 已有的一厂则是为3.0万m<sup>3</sup>/d标准。相关净化污水的工艺为改良设计的深床滤池加上A<sup>2</sup>/O, 力求于进一步提高目前的出水标准, 达到北京地标B类的污水处理标准, 实际施工的工程包括设备、土建以及相关配套设施等部分。本工程项目在建设总投资的金额为31071.65万元, 其中有24190.86万元为基础工程费, 有5353.44万元为其他建设费用, 其中包含了征地拆迁的相关费用, 还有1348.20万元为工程项目预备费, 剩余179.45万元为铺底的流动资金, 辅助项目的顺利推进。

#### (二) 污水处理基本工艺

本次研究的污水处理厂在日常处理生活污水时, 先是通过粗格栅以及进水泵站位置实现初步净化, 随后则转入细格栅以及曝气沉砂池, 再经过改良处理的A<sup>2</sup>/O一体化生物池, 之后则进入中途提升泵井位置, 再通过一体化分段式生物滤池的过滤处理并转入接触消毒池, 最后则到达巴氏计量槽当中。其整个处理过程涉及的构筑物包括配水井、提升泵井、进水泵房、涡流沉砂池、生物滤池、中水池、加药与加氯间、在线检测仪表面间、鼓风机房以及其他附属建筑等。

#### (三) 运营成本相关数据分析

##### 1. 购入原材料成本

结合相关处理厂施工的设计方案和图纸信息, 同时参考其污水处理的基本工艺流程, 可知其一级A标准的污水处理阶段, 计算规模为4.0万m<sup>3</sup>/d, 实际购入使用碱式氯化铝作为药剂, 加入药剂的量达到1.85g/cm<sup>3</sup>, 且每小时投入的体积约为166.7L。在北京地标B类提标的污水处理阶段, 实际计算规模达到7.0m<sup>3</sup>/d, 同样购入碱式氯化铝作为净化药剂, 其加入的量达到1.8g/cm<sup>3</sup>, 且每小时投入的体积约为116.7L, 同时也要购入食盐水用于消毒处理, 其会在电解反应之后大量生成次氯酸钠物质, 进而发挥出消毒作用。在中水池当中, 需保证投入的有效氯用量达到10mg/L标准, 每小时投入药剂的量达到29.18kg, 因此每天要保证投入最少0.7t的有效氯, 每千克有效氯实际耗盐量达到3.5kg, 在用水方面, 每千克有效氯实际耗水量约为125L, 运用当地相同类型的生活污水处理厂经验数据, 则每万吨水的乙酸钠物质投入应当达到0.8t。参考当地市场的有关材料价格行情, 该污水处理厂运营过程中的各类药剂购买成本分别为: 乙酸钠材料每吨价格约1410元、碱式氯化铝药剂每吨价格约1060元、食盐水(氯化钠)每吨价格约为1200元。除此之外, 根据当地行政部门公布的对自来水

价格进行的分类调整公告可知，污水处理厂的用水属于非居民生活用水类型，其单价达到了每吨3.2元，同时结合当地发布的污水与生活垃圾处理相关收费标准，可知污水处理的收费约为1.85元/m<sup>3</sup>，而生活垃圾处理的费用标准则为0.67元/m<sup>3</sup>，由此可知，该生活污水处理厂的自来水使用价格约为3.2+1.85+0.67=5.72元/吨<sup>[3]</sup>。

### 2. 燃料购入与动力相关成本

污水处理厂的运营工艺需要燃料与动力的支持，该部分费用也被称作能源费，具体包括天然气、电力以及柴油等费用，本次研究的污水处理厂主要使用电力能源，在分析其成本时，主要结合当地行政部门发放的电价调整有关通知，同时也要适当参考其他类似水厂的电费缴纳标准，其每度电的费用为0.62元，实际容量电价约为每月25元/kVA。本次研究项目在初步设计方面，预计其净化处理水的二厂计算负荷在补偿前的电能耗用为1646.73kVA，而补偿之后可降低到1469.60kVA，故而本厂购入了规格为2000kVA的干式变压器，能够满足实际需求。最新项目设计施工建设的用电功率标准确定为1656.19kW，其中一级A标准的污水处理阶段划分1018.72kW用电功率，假设全年的污水处理为满负荷状态，则可计算其实际总耗电量数据为： $(365\text{天} \times 24\text{h} \times 1018.72\text{kW}) \div 10000 = 947.59\text{万kWh}$ （度）。北京地标B类提标的污水处理阶段可划分574.47kW用电功率，假设全年的污水处理为满负荷状态，则可对其实际总耗电量数据进行计算： $(365\text{天} \times 24\text{h} \times 574.47\text{kW}) \div 10000 = 503.24\text{万kWh}$ （度）。

### 3. 设备维修成本

生活污水处理厂会使用许多净化设备，而这些设备在运营阶段也会产生一定的修理成本，该项费用可以划分为两个部分，其一为日常检修维护费，其二为项目大修费。在此次研究的项目中，设备成本的投资主要为建筑设施、一级A标准工程设备以及提标改造工程设备。在实际计算维修成本时，可以参照市政公用设施的建设经济评价相关参数，主要利用其中提到的维修费率指标参数，再具体结合实际污水处理需求，确认本项目设备维护与修理的成本，可以按照固定资产总值的1.5%费率计提，此外还要考虑到土建方面的维护费用，可以基于土建总成本的0.5%费率来计提。上述提到的费率都是指设备日常检修维护的部分，对于项目大修的内容则是在具体发生之前参照PPP协议规定提报，审批通过后确定成本即可。

### 4. 人员薪酬成本

具体人员配置应当结合城市污水处理相关工程项目建设与运营的要求来进一步确定，保证人员充足且不出出现浪费情况。此次研究的污水处理企业在建设净化二厂时，依据其规模和特性划分为V类处理厂，即后续用作污水深度处理，故而要保证其二级处理专业员工的数量在30-80人/（万m<sup>3</sup>·d）范围之内，同时要增加专门进行深度处理的员工，其数量约为10-15人。基于相关标准，本厂拟定配置的员工总数为42人，其中安排10人负

责深度处理，而二级处理（即一级A标准的污水处理阶段）则配置32人。生活污水处理厂所在地区的人力资源和社会保障部门规定的职工月平均工资标准为每人6638元，同时对当地污水处理行业的相关市场人才薪酬水平进行了调查，最终拟定了本厂人员的工资水平为每年每人79632元，其中包含了各项福利费用<sup>[4]</sup>。

### 5. 其他费用成本

本项目中的生活污水处理厂污泥会统一送到区域内的光大环保建设中心进行处置，其每天产生的污泥不超过200m<sup>3</sup>，故而在本次测算分析运营成本时无须考虑该项费用的成本。其他费用则可以参照市政公用设施的建设经济评价相关参数，其计算基数为上述提到的所有费用成本总和，再按照一定的费率指标来进行计提，此次的计算费率取值范围为8%-12%，因生活污水处理厂与其他类型的排水工程相比，具有工艺复杂、维护成本偏高以及运营负荷较大等特征，故而考虑到各方面因素的影响，决定此次按照11%的费率进行计算。

## （四）运营成本测算做法

### 1. 产品成本的测算方法

#### （1）药剂材料的费用计算

首先，一级A标准的污水处理阶段，其碱式氯化铝的年总用量值为： $(1.8 \times 166.7 \times 24) \div 1000 \times 365 = 2628.53\text{t}$ ，此次测算的碱式氯化铝药剂的单价为每吨1060元，故而每年相关费用成本合计达到了278.60万元。

其次，北京地标B类提标的污水处理阶段，其碱式氯化铝药剂的年总用量值计算为：

$(1.8 \times 116.7 \times 24) \div 1000 \times 365 = 1840.13\text{t}$ ，同样按照碱式氯化铝药剂每吨1060元的单价进行测算，得到每年药剂费用成本的合计为195.05万元。每年的用水量计算为： $125 \times 700 \div 100 \times 365 = 31937.50\text{t}$ ，按照上述分析，其水的单价取值为每吨5.72元，故而年用水的费用合计约为18.27万元。食盐水材料用来制备氯化钠盐药剂，其实际用量计算为： $24 \times 29.18 \div 1000 \times 365 \times 3.5 = 894.66\text{t}$ ，基于每吨1200元的单价标准，测算其每年合计成本为107.36万元。乙酸钠药剂物质的年用量计算为 $7 \times 0.8 \times 365 = 2044\text{t}$ ，按照每吨1410元的单价标准，测算其每年合计成本为288.2万元。

#### （2）设备维修费用计算

基于项目设计进行初步概算，可得知一级A标准的污水处理阶段，其设备相关的固定资产总价值约为5838.81万元，而建筑安装方面的固定资产原价值约为9659.01万元，按照上述分析的比例进行计提来进一步测算设备每年所需要的维修费用： $9659.01 \times 0.5\% + 5838.81 \times 1.5\% = 135.88\text{万元}$ 。北京地标B类提标的污水处理阶段，其概算得到的设备相关固定资产总价值约为2152.23万元，而建筑安装方面的固定资产原价值约为6540.80万元，基于相关比例指标进行计提测算，则设备每年所需要的维修费用为：

$6540.80 \times 0.5\% + 2152.23 \times 1.5\% = 64.99$ 万元。

### (3) 动力费用计算

此次研究的生活污水处理厂用电量设定为每月2000kVA的标准，故而可计算其每年基本电费为： $26 \text{元/kVA} \times 2000\text{kVA} \times 12 \text{月} \div 10000 = 62.40$ 万。计算其一级A标准污水处理阶段的每年用电费用为： $0.62 \text{元/度} \times 947.59 \text{万kWh} = 587.50$ 万元，北京地标B类提标的污水处理阶段每年用电费用为 $0.60 \text{元/度} \times 503.24 \text{万kWh} = 312.01$ 万元。

### (4) 人员薪酬费用计算

基于上述分析，每年每名职工的工资按照79632元计算，则每年人员薪酬费用的总值为： $79632 \times 42 \div 10000 = 334.45$ 万元，结合相关规定以及具体工作量的分配，一级A标准的污水处理阶段按照共需32名职工计算，其每年人工费用支出则为238.90万元，则北京地标B类提标污水处理阶段按照共需10名职工计算，其每年人工费用支出为95.55万元。

### (5) 其他费用计算

由上述分析得知，其他费用的计提按照11%的费率指标进行计算，因此，其一级A标准的污水处理阶段其他费用每年约为142.71万元，而北京地标B类提标的污水处理阶段其他费用每年约为119.61万元。

## 2. 经营成本和单位成本的测算方法

首先是一级A标准污水处理阶段的经营成本，费用项目包括动力费用328.06万元、材料购入费用278.60万元、人员薪酬费用254.82万元、维护修理费用135.88万元、其他费用142.71万元。相关利润按照6%的利润率计算得到86.41万元，因此包含利润的总收入达到1526.51万元，扣除所得税、增值税以及附加税共29.03万元，最终得到总费用值1440.10万元。一级A标准的年总处理污水量达到1460万t，故而计算得到年处理污水的单位经营成本约为1.065万元/t。

其次是北京地标B类提标污水处理阶段的经营成本，其相关费用项目包括材料购入费用608.88万元、动力费用333.85万元、人员薪酬费用79.63万元、维护修理费用64.99元、其他费用119.61万元。相关利润按照6%的利润率计算得到72.42万元，测算包含利润的总收入达到1279.38万元，扣除所得税、增值税以及附加税共24.14万元，最终得到总费用值1206.96万元。北京地标B类提标的年总处理污水量达到2555万t，故而计算得到年处理污水的单位经营成本约为0.510万元/t。此外要注意，从2015年开始征收增值税后会按照税额将污水处理返还约70%，因此增值税缴纳的计取会按照30%标准。相关测算分析都是确保污水处理厂处于满负荷状态，且保证税费与实际情况相符，基于具体处理的规模来进行精准计算。

此次研究的所有测算结果都是基于当下的价格，后续药剂费、人工费等可能会受到多种因素影响而产生一定变化，像是要考虑通货膨胀情况与政策要求。本厂的经营合作期限为20年，因此在实际运营过程中成本也必

然有所改变，此次测算结果也仅供现阶段参考，为经营决策的制定提供帮助，后续有价格调整后再重新计算。

## 四、城市生活污水处理厂运营成本未来管理的方向

城市生活污水处理厂基于对运营成本的有效测算，也可为未来成本管理指明方向，其具体包括几点。第一，不断探索费用预算的方式，为了保证成本核算的时效性更优，支持成本管理效益的提高，污水处理厂还要持续探索并总结科学的费用预算方式，比如相关人员薪酬以及固定资产总值通常不会跟随污水处理量的变化而变化，在设计投资额时可以加强控制，而像是药剂材料费、动力费以及维修费等会跟随污水处理量的变化而变化，即处理量越大则费用越高，在预算时应充分预留出波动空间，以防止成本预估失准导致投资规模不恰当，为后续成本的管控奠定良好基础。第二，搭建起成本的考核激励机制，可设定合理的月度、年度成本目标，同时将成本管理与生产验收管理工作结合起来，基于设定的目标考核指标对药剂费、动力费以及维修费等严格把控，同时要考核出水情况和设备完好率，采用一定的奖惩手段，使得各部分积极参与成本控制，做到生产环节的逐项检查和考核，降低最终运营的总成本<sup>[5]</sup>。第三，完善成本的内部控制制度，从污水处理企业运营的内部控制出发，基于成本目标健全其材料采购入库和出库管理制度、出水质量控制制度、设备维护和修理管理制度以及合同管理制度等，对各项运营工作的流程进行细化，明确各个岗位的人员职责，以保证每处细节都能落实成本控制。

## 结论

综上所述，城市污水处理厂的运营成本普遍较高，因而其成本管理也是一项重要工作，为保证成本控制达到要求，还需对运营成本开展准确测算，把控制动力费、维修费以及人工费等多项费用的支出。由本文分析可知，城市生活污水处理厂运营成本未来管理的方向包括：不断探索费用预算的方式、搭建起成本的考核激励机制、完善成本的内部控制制度等。

## 参考文献

- [1] 王宇航, 周文彬, 李宗华, 吕志国, 侯娟, 陈洪奇. 污水处理的运营成本分析及管控要点[J]. 清洗世界, 2024, 40(01): 186-188.
  - [2] 饶婵. 普宁市某污水处理厂设计参数与运营情况分析[J]. 市政技术, 2023, 41(12): 204-209+215.
  - [3] 刘长红, 梁丽, 潘颖. BOT模式下的污水处理厂提标后特许经营价格调整研究[J]. 企业科技与发展, 2023, (07): 109-113.
  - [4] 于岑. 污水处理厂日常运营管理中应注意的问题[J]. 财讯, 2023, (10): 62-64.
  - [5] 李慧英, 王曦. 污水处理厂BOT项目污水处理费调整研究[J]. 工程经济, 2021, 31(03): 49-52.
- 作者简介: 王亭, 女, 1984年, 安徽, 汉族, 硕士, 工程师, 研究方向: 环境工程。