

中小规模污水处理工程中泵的节能潜力分析

汪成斌

淳安县水务有限公司

摘要: 通过调研小流量潜污泵组合后的节能潜力, 分析中小规模污水处理工程的工艺特点, 提出 A²/O 工艺的优化方案及开发小流量低扬程污水泵的建议, 实现中小规模污水处理工程节能目的。

关键词: 中小规模污水处理; A²/O 工艺; 污水提升泵; 节能

引言

污水源热泵是以污水为能源, 在污水与热泵之间发生热量交换, 并借助电力来驱动内部热泵做功, 从而实现制冷或供热。城镇污水具有污水量大、水质稳定、内部温度相对稳定的特点, 因此对其使用污水源热泵系统时工作性能也相对比较稳定。污水源热泵的能效比 (COP) 主要受进口侧和用户侧水量和水温的影响, 通常污水源热泵的制热/冷系数在 5.0~6.0。

一、A²/O 污水处理系统耗能设备分析

污水处理过程的耗能设备有: 粗细格栅、污水提升泵、鼓风机、回流泵、污泥泵、脱水和照明设备等。其中, 主要的耗能设备是污水提升泵、回流泵、鼓风机。污水提升泵是污水处理过程预处理单元的主要耗能设备, 它与回流泵 (包括混合液内回流泵和污泥外回流泵) 一样, 其能耗与提升的流量和高度关系密切。据统计, 污水提升泵站的电耗占整个污水处理过程的 15% 以上, 是污水污水处理过程的能耗大户之一。根据上述情况, 我们认为, A²/O 污水处理系统中提升泵和回流泵所占能耗部分有一定的降低空间, 这对降低污水处理过程的能耗具有重要意义。

二、我国城市污水处理厂概况

我国城市污水处理厂建设起步于 20 世纪 80 年代, 发展于 90 年代。在建国初期, 工农业生产刚起步的国情现状, 决定了污水污染程度很低, 使提倡利用污水进行农业灌溉成为可能, 特别是北方缺水地区将污水灌溉利用作为经验进行推广, 当时全国仅有几个城市建设了近百座污水处理厂。在处理工艺方面, 许多污水处理厂还是一级处理, 处理的规模也很小, 有的每天只有几千 m³, 致使污水处理技术和管理水平处于较落后的状态。20 世纪 70 年代, 我国开始着手解决城市污水的净化问题。部分城市利用郊区的坑塘洼地、废河道等加以整修或围堤筑坝, 建成稳定塘作为城市污水净化处理设施。据统计, 该时期全国已建成各种类型的稳定塘近 40 座, 日处理能力约 173 万 m³, 其中生活污水量约占二分之一, 其余主要以化工、石油、造纸、印染等为主的多种工业废水。天津市纪庄子污水处理厂作为我国第一座大型城市污水处理厂于 1984 年 4 月 28 日竣工投产运行, 其日处理规模为 26 万 m³。同时北京高碑店污水处理试验厂也先后运行。随后, 北京、广东等近十个省市根据各自实际情况分别建设几十座不同规模的污水处理厂, 污水处理行业呈现了突飞猛进的发展趋势。自 2009 年起, 国家环保部发布公告表示今后每年将对当年的全国城镇各省市、直辖市的污水处理设施名称、处理工艺、投运时间及设计处理能力、日平均处理能力进行全面公布。2013 已有城镇污水处理设施 4136 座, 其中江苏省城镇污水处理设施数量居首位为 512 座, 其他各省市、直辖市以广东省、山东省、四川省、河北省、浙江省、北京市数量居多, 西北地区如山西、甘肃等地数量较少, 东北、华北、沿海地区及华中地区各大城市污水处理设施分布较为集中, 西北部及云贵地区处理设施分布相对较为分散。近几年来, 随着国家、社会、公众对水环境质量、水环境安全、水生态系统的逐渐关注和重视, 国家在污水处理方面加大了工程建设投入, 从整体上控制城市水污染, 推行、加快污

水处理行业全面建设发展成为了水污染防治的重点。

三、小流量污水泵能耗调查分析

(一) 选泵数据来源及有效样本数量

来自广泛收集的各省市主要的潜污泵生产厂家所提供的选泵电子样本。经过整理, 筛选, 选出有效选泵样本数目 153 个。

(二) 主要选泵数据区间

考虑到中小规模污水处理工程的实际情况, 将流量定为 Q=0-2000m³/d³, 扬程定为 5—15m。

(三) 潜污泵的电耗计算公式

$$W = \frac{\rho g Q H}{1000 \eta_1 \eta_2} \cdot t \quad (1)$$

式中, W: 电机实际电耗, kw·h; ρ: 污水的密度, 本次取 1000kg/m³; g: 重力加速度, 本次取 9.81m/s²; Q: 潜污泵的实际流量, m³/s。选泵时查得; H: 污水泵的实际工作扬程, m, 选泵时查得; η₁: 潜污泵的效率。选泵时查得; η₂: 电机的效率, 选泵时查得; t: 潜污泵运行的时间, 本次分析按 1h 算。

(四) 对比分析方法

在符合选泵数据区间的潜污泵电子样本进行选泵, 将主要数据如流量, 扬程, 效率, 电机功率等数据统计下来。然后采用式 (1) 进行计算单位小时的电耗值, 由此进行对比, 并计算节能比 (即节省电耗比率, 节省的电耗与未改良的 A²/O 污水处理系统电耗的比值), 不同型号泵样本总数 115 个,

(五) 对比分析结果

首先对所选样本经对比统计得知, 1 台大泵与在流量上等效的 2 台小泵相比, 有不同程度的节能效果。其次对所选样本经统计对比并分析节能比 (节约电耗/原电耗) 的分布情况, 得知节能比在 10% 以上的占总样本数的 76%, 节能比在 30% 以上的占总样本数的 53%, 节能比在 50% 以上的占总样本数的 28%, 节能效果较明显。最后对流量扬程分析, 通过对样本的定额流量、扬程统计分析知, 小流量泵扬程绝大多数都超过 5m, 针对村镇小流量污水处理要求的污水提升泵扬程 4—5m 相比, 大多数泵会浪费 5—10m 能量。建议污水泵生产厂家加强小流量、低扬程泵的研发和生产, 切实挖掘小流量污水厂节能潜力。

四、A²/O 工艺优化方案

结合上述泵调查分析结果, 提出一种优化改良后的 A²/O 污水处理系统如图 1 所示。

A²/O 工艺具体优化改良的做法是: 以村镇或者医院、屠宰场等单位铺设污水收集管网, 格栅设有污水进水口, 截留后的污水自流至污水调节池, 调节池降解和沉降后污水重力流入厌氧池前端, 厌氧池末端设置提升泵。污水和回流污泥、自含氧混合液分配槽自流回流的经好氧处理后的含氧混合液 (硝化液) 三者一起, 通过提升泵提升至缺氧池, 之后自流进入好氧池, 好氧池末端设置含氧混合液分配槽, 含氧混合液通过三角堰溢流到含氧混合液分配槽。该分配槽被隔板分成两部分, 一部分由含氧混合液分配槽的一端重力流入厌氧池末端提升泵的吸水口处, 另一部分由含氧混合液分配槽的另一端重力流入沉淀池。处理后的水自流进入沉淀池, 回流污泥由污泥回流泵送至厌氧池始端, 剩余污泥定期重力自流排至贮泥池, 清水由沉淀池出口自流排放。以此达到使回流液通过重力的方式回流至厌氧池末端, 取消混合液回流泵, 整个流程中只需要 1 台提升泵 (设置在厌氧池 3 末端), 在一定程度上可降低整个处理过程中泵所占的电耗值, 同时可简化设备运行管理。

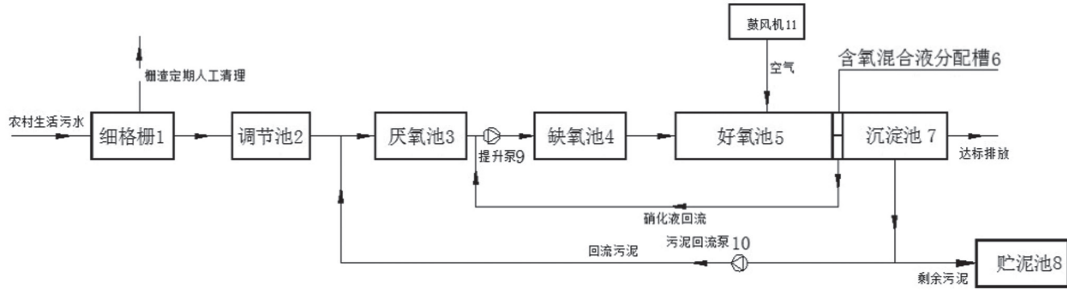


图1 改良后的A²O污水处理系统

结语

综之，本改良A²O污水处理系统兼具节能与简化运行管理两大突出特点，在中小规模污水处理工程中有很光明的应用前景。如果得到广泛使用，不仅促进我国中小规模污水处理事业的发展，并且对建设节能型社会具有重大意义。

参考文献：

[1] 吴荣华, 孙德兴, 张成虎, 等. 热泵冷热源城市原生污水的流动阻塞与换热特性 [J]. 暖通空调, 2005, 35(2): 86-88.
 [2] 吴学慧, 龙秀艳, 孙德兴, 等. 城市污水换热特性研究 [J]. 中国矿业大学学报, 2010, 39(4): 568-574.

上接(第27页)

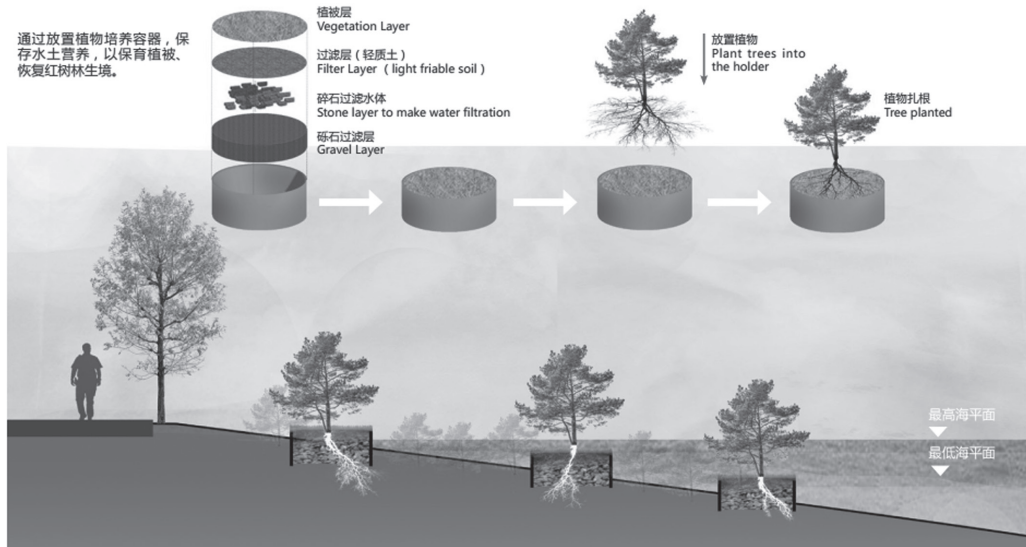


图1 植物培养容器放置示意图

景观植物区。现有围网养殖经湿地保护规划拆除后，在原有养殖片区种植芦苇、香蒲、芡实、睡莲等水生植物，恢复湿地植物群落。对植被进行改造，主要是通过分层种植设计：水生植物，抗风浪植物，浮游生物。场地的现状是生态环境人为干预痕迹明显，红树林退化，生态物种多样性降低，生态系统遭受严重破坏。因此，需要对红树林进行恢复，通过放置植物培养容器（如图1所示），保存水土营养，以保育植被、恢复红树林生境。

湿地鸟类恢复方案：

灌丛沼泽生境，与稀树灌丛相比更为湿生，植物以芦苇、水蕨为主；其中鸟类种类比较丰富，不仅有游禽、涉禽等水鸟觅食，也有鸣禽、陆禽等栖息，偶尔也可以见到猛禽光顾。

浅滩池生境：滩池中植被稀疏，部分地区以芦苇为主，形成灌丛；浅滩生境周边一般有密林生境，植物可选水杉、芦苇等，为涉禽营造栖息空间。浅滩生境中主要的鸟类为涉禽，有时也会有游禽前来觅食。

对道路进行修复的主要方法是通过地面改造，使用透水砖，然后补植绿化，接着是修建生态观景平台，最后是红树林恢复。

3. 交通系统的设计方案

以主园路系统、自行车绿道系统、电瓶车游览系统、湿地体验慢行系统、水上观光系统共同构建起场地内部的高效交通系

统，活化公园游览空间。例如，水上观光系统，公园内设置一个码头，海上航线绕过了白沙岛，能从海上观赏公园，其中的游览项目以观赏生态保护区和生态修复区为主，在用较近的距离观赏鸟类和红树林的同时体验自然，激发人们保护湿地环境的意识。

4. 开辟景观节点的设计方案

通过引入低冲击的活动，如陆地活动、水上活动以及智慧旅游，开辟景观节点，以激活湿地活动空间，增强公园活力^[4]。

三、结语

湿地资源不断遭受破坏，红树林退化，生态物种多样性降低，生态系统遭受严重破坏。本文通过分析湛江红树林湿地的现状，提出红树林湿地景观改造设计原则、设计策略以及红树林湿地景观改造总体规划，对湛江红树林湿地进行生态设计探讨具有现实意义，希望能够引起大家对红树林湿地的保护与关注。

参考文献：

[1] 常永智, 丁四保. 消失的红树林：生态之殇 [J]. 生态经济, 2013 (11).
 [2] 张丽. 拯救红树林 [J]. 广东科技, 2001 (04).
 [3] 祖藜. 孟印联手保护红树林 [J]. 森林与人类, 2002 (08).
 [4] 沙莉, 沈凤莲. 不要让红树林“哭泣” [J]. 地理教育, 2009 (01).