

# 城市污水处理厂提质增效技术路径分析

李 辉

海江建设集团有限公司 宁夏 银川 756000

**摘要：**城市污水处理厂提质增效，旨在通过技术改造等手段，实现污水处理能力提升、水质达标、成本降低与资源回收。当前其运行存在预处理设备效率欠佳、核心工艺运行效率低、深度处理与资源回收薄弱等技术瓶颈。为此，需采取预处理环节设备优化、核心工艺升级与参数优化、深度处理与资源回收技术应用等关键技术路径，同时健全运行管理与协同联动机制、加大资金与技术投入、强化人才培养与团队建设，以保障提质增效目标的达成。

**关键词：**城市污水处理厂；提质增效；技术；路径分析

引言：在城市化进程加速与环保要求日益严格的当下，城市污水处理厂肩负着改善水环境质量、保障水资源可持续利用的重要使命。然而，当前部分污水处理厂在运行中面临着预处理环节设备效率欠佳、核心处理工艺运行效率偏低、深度处理与资源回收环节薄弱等诸多技术瓶颈，制约了其效能的充分发挥。为有效应对这些挑战，实现污水处理厂的提质增效，需从关键技术路径与保障体系等多方面协同发力，推动污水处理行业向高效、绿色、可持续方向发展。

## 1 城市污水处理厂提质增效的核心内涵与现实意义

城市污水处理厂提质增效，是在既有设施框架内，借助技术改造、工艺优化、管理升级等一系列举措，达成污水处理能力跃升、出水水质稳定达标、运行成本有效削减以及资源回收利用最大化的综合优化目标。（1）水质提质是基础要求，需确保出水水质严格契合相应排放标准。重点聚焦化学需氧量（COD）、氨氮、总磷、总氮等关键污染物，通过精准的技术手段降低其浓度，从源头上减少对水环境的污染负荷。效率增效则着眼于提升单位时间内的污水处理量，优化工艺运行参数是关键。合理调整曝气强度、污泥龄、回流比等，能显著降低能耗与药耗，提高处理效率，实现成本的有效控制。资源增值是提质增效的高级目标，旨在深度挖掘污水中的潜在价值。污水不仅是被处理的对象，更是蕴含水资源、能源（如沼气）、营养物质（如磷、氮）的宝贵资源库，通过科学回收利用，可实现“污水变资源”的循环利用愿景。（2）提质增效的现实意义广泛而深远。生态层面，它能大幅削减入河湖库的污染物总量，改善接纳水体水质，有效缓解水体富营养化等棘手环境问题，为水生态系统平衡保驾护航。资源层面，再生水回用可广泛补充城市绿化、工业生产、市政杂用等领域的用水需求，缓解水资源短缺的燃眉之急；同时，回收沼气用

于发电、余热利用，可实现能源的自给自足，推动绿色可持续发展。经济层面，优化工艺运行参数能直接降低电费、药剂费等运行成本，资源回收利用则能创造额外经济效益，增强污水处理厂的运营可持续性。社会层面，这一举措高度契合公众对优质水环境的迫切需求，显著提升城市人居环境质量，为城市的可持续发展筑牢坚实的生态基础<sup>[1]</sup>。

## 2 城市污水处理厂运行现状与技术瓶颈

### 2.1 预处理环节存在的短板

在城市污水处理流程中，预处理环节是确保后续处理单元稳定、高效运行的关键基础，然而当前部分污水处理厂在该环节存在诸多短板。（1）从设备运行来看，格栅、沉砂池等常见预处理设备运行效率欠佳。格栅难以有效拦截污水中的细小悬浮物与漂浮物，沉砂池对砂粒等重质颗粒的沉淀分离效果不理想，致使大量固体污染物进入生化处理单元。这不仅大幅增加了后续处理负荷，还极易引发设备堵塞、磨损等问题，影响设备使用寿命与运行稳定性。（2）对于工业废水占比较高的污水，缺乏针对性的预处理强化手段。难降解有机物、重金属等污染物无法得到有效去除，进入生化处理系统后，会抑制微生物活性，降低生化处理系统的降解效率，进而导致出水水质不稳定，难以达到排放标准。而且，预处理环节产生的污泥若不能及时分离与妥善处置，还会产生异味，对周边环境造成污染<sup>[2]</sup>。

### 2.2 核心处理工艺运行效率偏低

生化处理作为城市污水处理的核心环节，其运行效率的高低对最终出水水质起着决定性作用。然而，当下部分污水处理厂的核心处理工艺存在诸多问题，致使运行效率偏低。（1）在工艺适配性方面，传统活性污泥法在处理低浓度污水时，处理效率难以达到理想状态，且面对水质水量的波动，其适应性较差，无法稳定发挥处

理效能。工艺运行参数的优化也严重不足,曝气强度、污泥龄、回流比等关键参数设置不合理,使得微生物的活性受到抑制,进而导致氮、磷等污染物的去除效率低下。(2)污泥膨胀、丝状菌爆发等异常工况频繁出现,而处理厂又缺乏有效的应急调控技术,严重影响了处理系统的稳定性。不仅如此,部分处理厂设备老化严重,自动化控制水平低,难以对工艺参数进行精准调控,进一步限制了处理效率的提升。

### 2.3 深度处理与资源回收环节薄弱

深度处理与资源回收作为城市污水处理流程中提升水质、实现资源高效利用的关键部分,目前部分污水处理厂在这两方面表现薄弱。(1)深度处理环节,部分厂缺乏完备的深度处理系统。常规生化处理后,污水中的总磷、悬浮物等指标常难以达到高标准排放要求。同时,深度处理工艺选择欠妥,像超滤、反渗透等技术虽能有效提升水质,但运行成本高昂,且与前端处理工艺的衔接不够紧密流畅,使得整体处理效率大打折扣。

(2)资源回收方面,多数污水处理厂做法单一,仅将污泥脱水后进行填埋或焚烧处理,未深入开展沼气回收发电、磷回收以及再生水回用等资源化利用工作。污水里蕴含的丰富能源与资源未得到充分挖掘和有效利用,不仅造成了资源的极大浪费,也不利于污水处理厂实现提质增效和可持续发展。

## 3 城市污水处理厂提质增效的关键技术路径

### 3.1 预处理环节强化技术优化

预处理环节的提质增效,关键在于实现污染物的高效去除以及处理系统的稳定可靠运行。(1)在设备优化方面,要对预处理设备的配置和运行参数进行精细调整。选用高精度格栅,可有效拦截更细小的悬浮物与漂浮物;采用高效沉砂池,能提升砂粒等重质颗粒的沉淀分离效率。同时,引入曝气沉砂、旋流沉砂等强化技术,通过增加水中溶解氧或利用旋流产生的离心力,进一步增强砂水分离效果,大幅减少固体污染物进入后续生化处理单元,降低设备堵塞、磨损风险。(2)针对含工业废水的污水,需增设专门的预处理强化单元。运用高级氧化技术,如芬顿氧化、臭氧氧化等,破坏难降解有机物的分子结构,使其更易被后续处理;采用化学沉淀法,通过添加合适的沉淀剂,使重金属离子形成沉淀而去除,确保进入生化处理单元的污水水质稳定。此外,优化污泥处置流程,及时清运预处理产生的污泥,并配备异味控制设备,防止二次污染,保障周边环境质量<sup>[3]</sup>。

### 3.2 核心处理工艺升级与参数优化

核心处理工艺作为城市污水处理的关键环节,其提质增效需紧密结合污水水质特征与处理目标,全面推进工艺升级与精准调控。(1)针对传统活性污泥法存在的不足,可进行针对性改造。将其升级为缺氧-好氧(A/O)、厌氧-缺氧-好氧(A<sup>2</sup>/O)等脱氮除磷工艺,利用不同微生物在不同环境下的代谢特性,有效提升氮、磷的去除效率。同时,引入膜生物反应器(MBR)、移动床生物膜反应器(MBBR)等新型工艺。MBR能实现高效的固液分离,提高出水水质;MBBR则通过载体上生物膜的附着,增加微生物量,增强处理系统对水质水量波动的适应性。(2)在参数优化上,借助在线监测设备获取实时数据,据此动态调整曝气强度、污泥回流比、混合液回流比等关键参数,为微生物营造最佳生长环境,提升其活性。利用智能控制技术,构建工艺参数与出水水质的关联模型,实现参数的精准调控,降低能耗与运行成本。此外,强化污泥管理,通过合理调控污泥龄、投加化学药剂等手段,有效预防污泥膨胀等异常工况的发生。

### 3.3 深度处理与资源回收技术应用

深度处理与资源回收作为城市污水处理厂提质增效的核心延伸,构建“深度净化+资源循环”的一体化技术体系至关重要。(1)在深度处理环节,需依据出水水质要求精准选择适配工艺。若要实现再生水回用,可采用超滤+反渗透(UF+RO)组合工艺,高效去除水中杂质与盐分;为保障总磷达标,化学除磷+过滤工艺是不错的选择;对于微量污染物,活性炭吸附、臭氧氧化等技术能发挥良好作用。同时,要优化深度处理工艺与前端工艺的衔接,通过合理规划流程、共享部分设施等方式,降低整体运行成本。(2)资源回收方面,应大力推广沼气回收利用技术。利用厌氧消化处理污泥产生沼气,经净化后用于发电或作为燃料,实现能源的自给自足。采用化学沉淀、结晶等技术回收污水中的磷资源,生产磷酸铵、磷酸钙等产品,提高资源利用率。此外,建设再生水回用系统,将深度处理后的再生水广泛应用于城市绿化、工业冷却、市政杂用等领域,真正实现水资源的循环利用。

## 4 城市污水处理厂提质增效的保障体系

### 4.1 健全运行管理与协同联动机制

完善的运行管理机制是城市污水处理厂实现提质增效的重要支撑。(1)要建立全流程精细化管理体系,针对预处理、核心处理、深度处理等各个关键环节,制定详细且精准的运行标准与操作规范,强化设备日常巡检与定期维护,保障设备始终处于稳定运行状态,减少

因设备故障导致的处理效率降低问题。(2)构建覆盖水质、水量、能耗、药耗等多项指标的在线监测体系,借助先进技术手段实时掌握处理系统的运行动态,以便迅速发现潜在问题并及时解决。此外,建立跨环节协同联动机制,强化预处理与核心处理、核心处理与深度处理之间的工艺衔接,保证处理流程的顺畅高效。同时,加强污水处理厂与污水收集系统的协同配合,优化进水水质调控,有效避免冲击负荷对处理系统造成的不利影响。并且,积极推动行业内部交流合作,共享先进运行管理经验与技术成果,提升整体运营水平<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 加大资金投入与技术研发力度

资金与技术是城市污水处理厂实现提质增效的核心驱动力。(1)在资金投入上,要构建多元化投入机制,充分整合企业自有资金,同时积极拓展融资渠道,吸引金融资本、产业基金等社会资源参与。将这些资金重点投向技术改造,对老旧处理工艺进行升级;用于设备更新,替换效率低下、能耗高的设备;以及深度处理系统建设,提升出水水质标准。(2)技术研发方面,重点支持高效处理设备、智能控制技术、资源回收技术等研发与应用,以此提高技术装备的整体水平。鼓励科研机构、高校与污水处理企业开展深度产学研合作,围绕预处理强化、脱氮除磷优化、深度处理节能等关键技术难题联合攻关,开发出能适配不同污水水质的高效处理技术与装备。此外,搭建技术推广平台,及时发布先进适用的技术成果,加速其转化与应用,为提质增效筑牢技术根基。

#### 4.3 强化人才培养与技术团队建设

专业且高素质的人才队伍,无疑是城市污水处理厂实现提质增效的关键支撑力量。(1)要构建多层次、全方位的人才培养体系。依据污水处理工艺操作、设备维护、智能控制、资源回收等不同领域的实际需求,制定精准化、个性化的培养方案,着重培育专业技术人才与管理人才。通过定期开展专业培训,邀请行业专家授

课,让从业人员及时掌握前沿知识与技能;组织技能竞赛,激发员工的学习热情与竞争意识;举办学术交流活动,拓宽员工的视野,提升其技术水平与职业素养,强化对新型工艺、智能设备的操作与管理能力。(2)要着力打造结构合理、素质过硬的技术团队。明确各岗位的职责分工,加强团队成员间的协作与沟通。同时,建立科学合理的人才激励机制,以优厚的待遇、良好的发展空间吸引优秀人才投身污水处理行业,鼓励技术人员积极开展技术创新与工艺优化,为污水处理厂提质增效提供坚实的人才保障<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

城市污水处理厂提质增效是一项系统且复杂的工程,关乎生态、资源、经济与社会多层面的可持续发展。其核心内涵明确,现实意义重大,然而当前运行中预处理、核心处理、深度处理与资源回收等环节存在诸多短板。通过预处理环节强化技术优化、核心处理工艺升级与参数优化、深度处理与资源回收技术应用等关键技术路径,以及健全运行管理与协同联动机制、加大资金投入与技术研发力度、强化人才培养与技术团队建设等保障体系,多管齐下,方能有效提升污水处理厂的处理能力与运行水平,实现“水质提质、效率增效、资源增值”的目标,为城市可持续发展筑牢生态根基。

#### 参考文献

- [1]邵跃宗.城市污水处理系统提质增效的优化设计与研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(01):82-84+87.
- [2]陈泽森.城镇污水处理厂提质增效措施研究[J].低碳世界,2021,11(05):28-29.
- [3]王思.环保工程中污水处理工艺及方法[J].化工设计通讯,2023,49(08):174-176.
- [4]王莉香.环保工程中污水处理工艺及方法探究[J].皮革制作与环保科技,2023,4(14):11-13.
- [5]张燕,薛玉芬.环保工程中污水处理工艺及方法探究[J].清洗世界,2023,39(06):102-104.