

# 小城镇污水处理厂厂网一体化提标改造运维成本分析

谢光勇

成都香城中水水环境治理有限公司 四川 成都 610066

**摘要：**本文深入分析了小城镇污水处理厂厂网一体化提标改造的必要性、改造内容、处理工艺优化、实施流程以及运维成本构成。针对降低运维成本，提出了技术创新、规模效益、政策支持与资金保障、精细化管理等策略。通过引入先进技术与设备、优化处理工艺、建设智能化管理平台、实现区域化处理中心及精细化运维管理，有效降低运维成本，提升污水处理效率与质量，促进小城镇水资源的循环利用和可持续发展。

**关键词：**小城镇污水处理厂；厂网一体化；运维成本分析

## 1 小城镇污水处理厂厂网一体化的必要性

小城镇污水处理厂实施厂网一体化模式的必要性，深刻契合国家发展改革委、住房城乡建设部及生态环境部联合发布的《关于推进污水处理减污降碳协同增效的实施意见》（发改环资[2023]1714号）精神。该意见强调了污水处理系统的高效、绿色、可持续发展，而厂网一体化模式正是实现这一目标的关键路径。第一，随着国家新型城镇化战略的推进，小城镇经济发展和人口集聚加速，污水处理需求急剧攀升。传统分散式处理模式因效率低下、覆盖面有限，难以应对当前及未来的污水处理挑战。厂网一体化通过整合污水处理设施与排水管网，实现了污水收集、转运、处理的全程优化与统一管理，有效提升了污水处理能力和效率，保障了水质安全，符合国家对污水处理基础设施现代化建设的要求。第二，该模式对于提升污水处理质量和水环境保护具有重要意义。通过科学合理的管网布局与先进的工艺技术相结合，能够显著减少污水在收集输送过程中的污染与渗漏，确保出水水质达到更高环保标准，助力水环境质量的持续改善，积极响应国家生态文明建设的号召<sup>[1]</sup>。第三，厂网一体化还有助于降低运营成本，提高资源利用效率。通过统一规划、建设、运维，避免重复投资与资源浪费，利用规模经济优势降低单位污水处理成本。同时，该模式还促进了资源的回收利用，如将处理达标的中水回用于农业灌溉、城市绿化等领域，实现水资源的循环利用，符合国家关于节水型社会和循环经济建设战略方向。

## 2 小城镇污水处理厂厂网一体化提标改造概况

### 2.1 厂网一体化提标改造的内容

小城镇污水处理厂厂网一体化提标改造是一项系统性的工程，其核心内容主要涵盖两大方面：一是硬件设施的升级换代，包括污水处理厂的工艺设备、监测仪器

及排水管网的改造与扩建；二是软件系统的优化提升，即建立完善的厂网一体化管理体系和运行机制。具体来说，硬件方面，需对老旧处理设备更新换代，引入高效能、低能耗的新设备，同时优化处理工艺，提高出水水质标准。排水管网方面，则需进行排查修复，解决渗漏、错接等问题，并适时扩建管网，提升污水收集率。软件方面，则需构建集数据采集、监控、预警、调度于一体的信息化平台，实现污水处理厂的智能化管理。

### 2.2 改造前后处理工艺比较与优化

在提标改造过程中，对原有处理工艺进行优化升级是关键环节。改造前，小城镇污水处理厂多采用较为传统的处理工艺，如活性污泥法、氧化沟等，这些工艺虽能满足基本处理需求，但在处理效率、出水水质及能耗方面仍有提升空间。改造后，通过引入先进的处理工艺，如改良A<sup>2</sup>/O工艺、MBR膜生物反应器、深度脱氮除磷技术等，不仅能够显著提升处理效果，使出水水质达到更高标准，还能有效降低能耗和运营成本；针对小城镇污水的特性，进行工艺参数的优化调整，如调整污泥回流比、曝气量等，也是确保处理效果的重要手段。

### 2.3 改造项目实施流程与关键因素

小城镇污水处理厂厂网一体化提标改造项目的实施需遵循一定的流程，并关注若干关键因素以确保项目的顺利进行和成功完成。实施流程大致包括前期调研与规划、方案设计、审批报建、施工建设、调试运行及验收评估等阶段。在每个阶段中，都需确保信息的准确性、决策的科学性和实施的规范性。关键因素则包括政策支持与资金投入、技术方案的选择与验证、项目管理团队的组建与培训、施工质量的控制与安全保障、以及后期运维管理的规范化与长效化等<sup>[2]</sup>。其中，政策支持和资金投入是项目顺利实施的先决条件，技术方案的选择则是项目成功的关键，而后期运维管理的规范化与长效化则

是项目持续发挥效益的重要保障。

### 3 小城镇污水处理厂厂网一体化提标改造运维成本构成分析

#### 3.1 建设投资成本分析

小城镇污水处理厂厂网一体化提标改造项目的建设投资成本庞大,平均占总投资的60%-75%。具体而言,土地购置费约占总成本的10%-15%,受地理位置和土地性质影响波动较大;厂房建设费则占据近25%的份额,包括主体结构、防水防腐处理等基础设施建设;工艺设备购置与安装费是核心部分,约占总投资的30%-40%,涵盖了高效污水处理系统、污泥处理设备及配套设施的购置与安装;管网铺设与改造费用不容忽视,土地购置费约占总成本的10%-15%,受地理位置和土地性质影响波动较大;厂房建设费则占据近25%的份额,包括主体结构、防水防腐处理等基础设施建设;特别是在老旧城区,管网改造难度和成本非常高;自动化监控系统及配套设施的采购与建设费用约占总投资的5%-10%,确保了运营管理的智能化和高效化。另外,还需预留5%-10%的预算以应对设计变更、不可抗力等意外支出,确保项目顺利推进。

#### 3.2 运营维护成本细化

在污水处理厂的日常运营中,维护成本占据总运营费用的30%-50%。其中,设备维护保养费约为总维护成本的10%,包括定期检修、更换磨损部件等;耗材与药剂的购置费约占30%,随着处理技术的提升,对药剂质量和数量的需求也在增加;水质监测与化验费占5%左右,是保障出水水质达标的重要环节;管网的日常巡查与维护费用约占10%,此费用特指日常的巡查和维护活动,不包括应急抢修及管网大修等可能产生的额外费用,以确保管网的稳定运行并防止漏损;环境整治与绿化费约占5%,用于提升厂区环境质量<sup>[3]</sup>。同时,为应对设备老化和技术升级,每年需预留5%-10%的预算用于设备更新改造和应急储备。通过精细化管理,如实施预防性维护计划、优化库存管理、提高设备自主维修能力等,可有效降低运营维护成本。

#### 3.3 人力与能源消耗成本剖析

人力成本是污水处理厂运维的重要支撑,约占总运营成本的20%-30%。其中,职工薪酬占大头,约为人力成本的60%,随着人才竞争的加剧,薪酬水平逐年上升;培训教育和社会保障费用约占20%,确保团队技能提升和合规运营;福利开支和其他管理费用约占20%,提升员工满意度和团队凝聚力。为提升运营效率,还需持续引进和培养专业技术和管理人才。能源消耗成本方面,电力

消耗是主体,约占能耗成本的90%,主要集中在设备运转和污泥处理上;水资源及其他能源约占10%。通过引入高效节能设备、实施能耗监控与管理体系、优化调度策略等措施,预计可降低能耗成本10%-15%,不仅提升经济效益,也符合绿色发展的长远目标;探索可再生能源应用,如太阳能、风能辅助供电,将进一步降低对外购能源的依赖,提升污水处理厂的自给自足能力。

### 4 小城镇污水处理厂厂网一体化提标改造降低运维成本的策略

#### 4.1 技术创新

##### 4.1.1 先进技术与设备的引入

在污水处理领域,技术进步日新月异。引入高效节能的曝气系统,如微孔曝气、机械曝气等新型技术,不仅能显著提升氧气传递效率,还能大幅降低能耗,减少电力消耗成本。同时,智能化的监测与控制系统能够实时监测水质参数、设备运行状态及能耗情况,通过自动调整处理参数和工艺流程,确保处理效果的同时进一步优化能耗;采用自动化程度高的污泥处理设备,如带式压滤机、离心脱水机等,也能有效减少人工干预,提高污泥处理效率并降低运行成本。

##### 4.1.2 工艺优化与改进

针对小城镇污水的特性,如水量波动大、水质复杂等特点,加强技术研发与合作显得尤为重要。通过与高校、科研机构及同行企业的紧密合作,共同研究适用于小城镇污水的处理工艺和技术方案。通过试验验证和现场调试,不断优化现有工艺流程,提高处理效率和稳定性,减少药剂和耗材的使用量。例如,采用生物强化技术、高级氧化技术等新型处理工艺,可以有效提升难降解有机物的去除率,降低出水COD和氨氮等指标,从而减少后续深度处理的需求和成本。

##### 4.1.3 数字化与信息化建设

在数字化和信息化时代背景下,构建智能化的运维管理平台是提升运维效率和管理水平的重要途径。通过物联网、大数据、云计算等先进技术的应用,实现对污水处理厂运行数据的全面采集、存储和分析。智能化的运维管理平台可以实时监测设备运行状态、预测潜在故障、优化调度决策,提高运维响应速度和准确性。同时,借助数据分析工具对运行数据进行深度挖掘,发现隐藏的运行规律和问题根源,为工艺优化和设备改造提供科学依据;通过远程监控和故障诊断功能,可以大幅减少现场巡检频次和人员投入,降低运维成本。

#### 4.2 规模效益

规模效益在降低小城镇污水处理厂单位运维成本方

面扮演着至关重要的角色。这一策略的核心在于通过资源整合与规模扩张,实现成本的有效分摊与效益的显著提升。由于小城镇的污水处理设施往往存在规模小、分布散的问题,这导致了较高的单位处理成本和运营管理难度。通过科学合理的规划布局,将周边多个小城镇的污水处理需求整合起来,建设区域性的污水处理中心,可以大幅度提升处理规模,进而摊薄固定成本。这些固定成本包括但不限于大型处理设备的购置费用、高级技术人员的薪酬支出以及维护管理系统的建设与维护等。随着处理规模的扩大,这些固定成本被更多的处理量所分摊,从而降低了单位污水的处理成本;规模化的处理设施在资源循环利用和能源梯级利用方面展现出显著优势。一方面,处理后的中水可以作为一种宝贵的资源被重新利用。例如,在农业灌溉、城市绿化、景观补水等领域,中水都可以发挥重要作用,从而减少对自然资源的依赖;这种资源的循环利用不仅有助于缓解水资源短缺的问题,还降低了水资源的开采和运输成本<sup>[4]</sup>。另一方面,污泥作为污水处理过程中的副产物,也蕴含着丰富的生物质资源。通过先进的污泥处理技术,如厌氧消化、好氧发酵等,可以将污泥中的有机物转化为生物能源(如沼气)或有机肥料,实现污泥的资源化利用。这种能源的梯级利用不仅减少了污泥的处置成本,还为企业创造新的经济收益点。随着处理规模的扩大和运营经验的积累,污水处理厂可以引入更加先进的管理理念和技术手段,如智能化监控系统、远程运维平台等,提高运营效率和管理水平;规模化的处理设施也为技术创新提供了更加广阔的空间和平台,有助于推动污水处理技术的不断进步和升级。

#### 4.3 精细化管理

精细化管理作为提升运维效率和管理水平的核心策略,其重要性不言而喻。在这一策略下,需要从制度建设、设备管理、物资管理、以及人力资源开发等多个维度进行深入实践。第一,建立健全的运维管理制度和流程规范是基础。这不仅仅是一纸空文,更是确保污水处理厂高效运转的基石。制度应详细规定各级管理人员的职责划分、操作人员的作业标准、以及紧急情况下的应

对措施。同时,通过引入ISO管理体系或类似的标准化流程,可以确保每一步操作都有章可循,有据可查。这不仅减少人为错误的发生,还提高工作效率,为运维成本的降低提供了制度保障。第二,加强设备的日常维护和保养工作是保障设备稳定运行、延长使用寿命的关键。建立完善的设备档案,记录每台设备的运行状况、维护记录和更换周期。通过定期巡检、预防性维护以及故障排查等方式,及时发现并解决潜在问题,避免设备因小故障而引发大事故。采用先进的诊断技术和分析工具,如振动监测、红外热成像等,可以更加精准地判断设备状态,为运维决策提供更加科学的依据。第三,在备件和耗材的管理以及库存控制方面,应遵循“按需采购、合理储备、避免积压”的原则。通过建立完善的物资管理系统,实时跟踪备件和耗材的消耗情况,并根据实际需求进行适时补充。同时,利用大数据分析和预测技术,可以更加准确地预测未来的物资需求,从而优化库存结构,减少不必要的浪费和采购成本。

#### 结束语

综上所述,小城镇污水处理厂厂网一体化提标改造是应对污水处理挑战、提升环境质量的重要举措。通过实施技术创新、规模效益、政策支持与资金保障、精细化管理等策略,可以有效降低运维成本,提升处理效率与出水水质,促进水资源的节约与循环利用。未来,应继续加强技术研发与应用,优化政策环境,完善管理机制,推动小城镇污水处理厂向更加高效、环保、可持续发展的方向发展。

#### 参考文献

- [1]陈必群.城镇污水处理厂提标改造技术路径分析[J].皮革制作与环保科技,2024,5(06):180-182.
- [2]常尧枫,谢嘉玮,谢军祥,等.城镇污水处理厂提标改造技术研究进展[J].中国给水排水,2022,38(06):20-28.
- [3]李舒扬.城镇污水处理厂准IV类提标改造工艺探讨[J].四川建材,2020,46(05):18-19.
- [4]谢丹,代权,余丹,吴超,纪晓梦.四川某乡镇污水处理厂的提标改造工艺探讨[J].节能与环保,2020(08):63-64.