

企业管理

环保设备运行成本分析与降低策略

董磊

身份证号码: 652323198810102632 浙江归零环保科技有限公司 浙江嘉兴 314000

【摘要】环保设备是企业实现污染物达标排放、履行环保责任的核心载体,但其持续运行产生的高额成本,成为影响企业经济效益与环保设施稳定运行的关键因素。本文系统剖析环保设备运行成本的核心构成,涵盖能源消耗、耗材、设备维护、人工、折旧及合规监测等主要维度,深入分析各成本要素的形成机理与影响因素。在此基础上,从技术改造、工艺优化、智能管控、运维模式创新及管理机制完善五大维度,提出系统性的成本降低策略。研究表明,通过全流程精细化管理与技术升级,可在保障环保处理效率与排放达标的前提下,有效降低设备能耗、耗材损耗与维护支出,实现环保效益与经济效益的协同优化,为企业环保设施低成本、高效率运行提供实践指引。

【关键词】环保设备;运行成本;成本构成;节能降耗;运维优化

Analysis and Cost Reduction Strategies for Environmental Protection Equipment Operation Costs

Dong Lei

Zhejiang Guiling Environmental Technology Co., Ltd. Jiaxing City, Zhejiang Province 314000

【Abstract】 Environmental protection equipment serves as the core vehicle for enterprises to achieve compliant pollutant emissions and fulfill environmental responsibilities. However, the substantial operational costs associated with its continuous operation have become a critical factor affecting both corporate economic efficiency and the stable functioning of environmental facilities. This paper systematically examines the key components of environmental protection equipment operating costs, covering major dimensions such as energy consumption, consumables, equipment maintenance, labor expenses, depreciation, and compliance monitoring, while providing in-depth analysis of the formation mechanisms and influencing factors behind each cost element. Building on this foundation, the study proposes comprehensive cost reduction strategies across five dimensions: technological upgrades, process optimization, intelligent management systems, innovative operation and maintenance models, and enhanced management frameworks. Research demonstrates that through refined full-process management and technological advancements, enterprises can effectively reduce equipment energy consumption, material waste, and maintenance expenditures while ensuring environmental treatment efficiency and emission compliance. This approach achieves synergistic optimization of environmental and economic benefits, offering practical guidance for low-cost, high-efficiency operation of environmental protection facilities.

【Key words】 environmental protection equipment; operating costs; cost structure; energy conservation and consumption reduction; operation and maintenance optimization

引言

环保设备的稳定高效运行是工业企业满足环境监管要求、实现绿色生产的基础保障。相较于设备初始投资,其长期运行过程中产生的持续性成本,直接决定企业环保投入的综合效益。当前,多数环保设备面临能耗偏高、耗材更换频繁、运维管理粗放等问题,导致运行成本居高不下,部分企业甚至因成本压力出现环保设施非正常停运、处理效率不达标等现象。因此,科学分析环保设备运行成本的构成与关键控制点,探索兼具经济性与合规性的成本降低路径,平衡环保治理与成本控制的关系,已成为企业环保管理与生产经营的核心课题。本文立足环保设备全生命周期运行视角,系统拆解成本构成要素,针对性提出可落地的降本策略,为优化环保设备运行管理、提升成本管控效

能提供理论与实践参考。

一、环保设备运行成本核心构成

环保设备运行成本是指设备从投入使用到报废全过程中,为维持正常运转、实现处理目标所产生的全部持续性支出,主要由固定成本与变动成本两部分构成,各项费用相互关联,共同形成设备运行的综合成本。

(一) 能源消耗成本

能源消耗是环保设备运行的核心变动成本,也是成本占比最高的支出项。电力消耗覆盖风机、水泵、搅拌机、电控系统等所有动力单元,尤其在污水处理、废气焚烧、除尘净化等工艺中,大功率设备 24 小时持续运转,电能支出占总运行成本的比重较高。水资源消耗主要集中在湿法废气处

理、废水生化处理、设备清洗等环节，涉及生产用水、药剂稀释用水及循环补水等。此外，部分高温处理工艺（如 RTO 焚烧、污泥干化）还会产生天然气、蒸汽等热能消耗，能源价格波动与设备运行负荷直接影响该部分成本高低。

（二）耗材与药剂成本

耗材与药剂是环保处理的必需投入，属于刚性变动成本。耗材主要包括除尘滤袋、滤芯、活性炭、催化剂、膜组件、密封件等易损易耗部件，其使用寿命受处理介质腐蚀性、污染物浓度、运行工况等影响，需定期更换。药剂成本涵盖絮凝剂、酸碱中和剂、氧化剂、还原剂等，用量与污染物处理量、进水 / 进气水质、处理工艺精准度直接相关，药剂市场价格波动、投加过量或浪费均会增加成本支出。

（三）设备维护与检修成本

维护成本是保障设备长期稳定运行的必要支出，分为预防性维护与故障检修两类。预防性维护包括定期检查、清洁、润滑、校准、易损件常规更换等，可降低故障发生率；故障检修则针对设备突发损坏、部件失效等问题，涉及零部件维修、更换及人工费用，设备老化、工况恶劣、操作不当会大幅增加检修频率与成本。同时，设备腐蚀、磨损、堵塞等问题带来的清理、修复费用，也属于维护成本的重要组成部分。

（四）人工成本

人工成本涵盖环保设备操作人员、运维技术员、化验分析人员的工资、福利、社保及培训费用。环保设备运维需具备专业知识，人员需掌握设备操作、故障排查、水质 / 烟气监测、药剂调配等技能，专业人才薪酬成本相对较高。此外，设备自动化水平低、运维流程复杂会增加人员配置数量与培训投入，进一步推高人工成本。

（五）设备折旧与合规成本

设备折旧属于固定成本，按设备初始投资与使用年限分摊，设备投资规模、使用寿命直接影响年折旧费用。合规成本包括在线监测设备购置与维护、污染物检测化验、环保验收、数据上报、合规审核等费用，是满足环保监管要求的必要支出。同时，危废（如废活性炭、废催化剂）处置、污泥处理等废弃物合规处置费用，也纳入运行成本范畴。

二、环保设备运行成本的关键影响因素

（一）设备选型与工艺适配性

设备选型直接决定基础能耗与耗材消耗水平，选用能效低、适配性差的设备，会导致“大马拉小车”或处理能力不足等问题，增加无效能耗。工艺设计不合理，如处理流程冗余、参数设置不科学、预处理缺失，会加重后续设备负荷，引发能耗上升、耗材损耗加快、故障频发等问题。

（二）运行管控精细化程度

粗放式运行管理是成本偏高的核心诱因。设备长期满负荷运行，未根据实际污染物产生量动态调节负荷，造成能源与药剂浪费；缺乏耗材寿命监测，盲目定期更换导致资源浪费或延迟更换引发效率下降；操作不规范、参数控制偏差，会增加设备故障与返工成本。

（三）设备老化与技术滞后

老旧设备存在能效低、故障率高、密封性差等问题，能耗比新型节能设备高出 30% 以上。同时，缺乏节能技术改造，未应用变频、智能控制、高效滤料等先进技术，难以实现能耗与耗材的有效管控。

（四）运维模式与管理机制

传统被动式运维模式，重维修、轻预防，导致非计划停机频繁、维修成本激增。缺乏完善的成本核算、考核与激励机制，全员成本管控意识薄弱，无法形成成本控制的闭环管理，难以挖掘降本潜力。

三、环保设备运行成本降低策略

（一）技术升级改造，降低基础能耗

核心设备节能改造：对风机、水泵、燃烧器等大功率设备加装变频控制系统，根据污染物浓度、处理量实时调节运行功率，避免空转与低效运行，可降低电耗 15%–30%。更换高效节能部件，如将传统曝气风机替换为磁悬浮风机、常规膜组件更换为抗污染低压膜，从源头提升能效。

能源回收与循环利用：优化工艺设计，回收余热、余压，如 RTO 设备余热用于废气预热、污泥干化，降低外部热能投入。推广水资源循环利用，通过沉淀池、过滤装置实现处理水回用，减少新鲜水消耗。

设备密封与保温优化：定期检修炉体、管道、阀门密封性能，更换老化密封件，减少气体泄漏与热量散失；修复破损保温层，降低散热损失，提升能源利用效率。

（二）工艺优化，减少耗材与药剂消耗

强化预处理环节：在废气、废水进入核心处理设备前，增设除尘、除油、沉淀等预处理装置，降低污染物浓度与杂质含量，减少核心设备磨损、堵塞，延长滤袋、催化剂、膜组件等耗材寿命。

精准药剂投加：安装 pH、溶解氧、浓度在线监测设备，联动自动加药系统，根据实时水质、气量动态调节药剂投加量，杜绝过量投加浪费。优化药剂选型，选用高效、低耗、低成本的替代药剂，降低采购成本。

耗材再生与循环利用：对可再生活性炭、催化剂等耗材，委托专业机构进行再生处理，再生成本仅为新耗材的 30%–50%；选用长寿命耗材（如沸石转轮、高效覆膜滤料），延长更换周期，减少更换频次。

（三）智能管控，提升运行效率

构建智能监控系统：构建环保设备智能监控系统需以 PLC（可编程逻辑控制器）与 DCS（分布式控制系统）为核心硬件支撑，结合传感器、数据采集模块与上位机软件形成完整管控闭环。系统部署阶段，需在关键设备节点（如风机、水泵、加药装置）安装压力、流量、功率传感器，在处理进出口及核心反应单元布设污染物浓度（如 COD、颗粒物、VOCs）、温度、液位等监测探头，同步集成电表、水表等能耗计量设备，实现运行参数、污染物指标、能耗数据的全面实时采集。通过 DCS 系统的分布式控制功能，将分散设备

的运行数据集中整合,建立设备运行状态与处理效果的联动模型,当参数超出预设阈值(如污染物浓度超标、能耗异常升高)时,系统自动触发声光报警并推送至管理人员移动端,同时启动预设调节程序(如调整风机转速、优化药剂投加量)。结合企业生产排班规律,系统可预设分时分段运行策略,例如在生产负荷低谷期(如夜间停产时段)自动降低环保设备运行功率或切换到间歇运行模式,在生产高峰期则同步提升处理能力,从根本上避免设备长期空载、低效运转导致的能源浪费,大幅提升运行管控的精准度与响应效率。

优化运行参数:运行参数优化是实现环保设备低成本高效运行的关键,需通过系统性试验与大数据分析构建多维度优化模型。首先基于设备设计参数与处理工艺要求,确定核心调控指标范围,针对不同类型环保设备聚焦关键参数:除尘器重点调控过滤风速,避免风速过高导致滤袋磨损加快、能耗增加,或风速过低引发过滤效率下降、粉尘堆积;曝气池以溶解氧浓度为核心,通过梯度试验确定不同进水负荷下的最佳溶解氧区间,既保证微生物代谢活性,又减少曝气能耗;吸收塔则精准控制浆液 pH 值,避免 pH 过高导致药剂浪费、设备结垢,或 pH 过低影响污染物吸收效果。试验过程中需同步记录不同参数组合下的处理效率、能耗消耗、耗材损耗等数据,借助统计分析工具(如正交试验法、回归分析)挖掘参数间的内在关联,排除无效调控因素,确定最优参数组合。同时建立参数动态调整机制,结合进水/进水水质变化、污染物浓度波动、环境温度差异等实时因素,定期更新优化参数阈值,确保设备始终运行在高效低耗工况下,在保障污染物达标排放的前提下,实现能耗与耗材消耗的双重降低。

(四) 运维模式创新,降低维护与人工成本

推行预防性维护:建立全生命周期预防性维护体系,依据设备说明书与运行数据,制定定期检查、清洁、润滑、校准计划,提前消除故障隐患,减少非计划停机与高额维

修费用。

优化运维人员配置:提升设备自动化水平,减少现场操作岗位;加强人员技能培训,培养复合型运维人才,实现一人多岗,降低人工成本。

探索第三方运维:将环保设备运维委托给专业机构,利用其技术优势与规模效应,降低维护、人工与管理成本,同时保障处理效率与合规性。

(五) 完善管理机制,强化成本管控

建立成本核算体系:细化成本核算科目,定期开展成本分析,明确各环节成本控制点,识别浪费与超支环节。

健全考核激励机制:将成本控制指标分解至部门与岗位,与绩效挂钩,对降本成效显著的团队与个人给予奖励,调动全员成本管控积极性。

强化合规管理:规范污染物检测、数据记录与上报流程,避免因超标排放、不合规处置产生罚款、停运等额外成本,保障设备长期稳定合规运行。

四、结论

环保设备运行成本控制是一项系统性工程,需以“合规达标、节能降耗、提质增效”为核心目标,统筹技术、工艺、管理、运维等多维度举措。通过核心设备节能改造、工艺优化、智能管控升级,可有效降低能源与耗材消耗;通过预防性维护、运维模式创新,能减少故障支出与人工成本;通过完善成本管理机制,可实现成本的精细化、常态化管控。实践证明,科学的降本策略并非单纯压缩支出,而是在保障环保处理效果的前提下,优化资源配置、消除无效消耗、提升运行效率。企业应立足自身设备特点与生产实际,构建全流程成本管控体系,持续推进技术创新与管理优化,实现环保责任履行与经济效益提升的双赢,为企业绿色可持续发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]刘虹,李刚.工业环保设备运行成本控制路径研究[J].环境科学与管理,2024,49(05):189-193.
- [2]王健,张宇.污水处理厂运行成本构成分析及优化策略[J].中国给水排水,2024,40(10):112-116.
- [3]陈丽,赵军.废气治理设备运行能耗分析与节能改造[J].工业安全与环保,2024,50(03):95-98.
- [4]孙伟,高婷婷.火电厂环保设施运行成本剖析与管控措施[J].电站系统工程,2023,39(06):45-48.
- [5]周明,吴迪.环保设备全生命周期成本管理研究[J].环境工程,2023,41(08):267-271.
- [6]黄静,宋涛.基于智能控制的环保设备节能降耗技术应用[J].自动化与仪器仪表,2023(07):156-159.
- [7]董军,刘畅.工业废气处理耗材成本控制与再生利用研究[J].资源节约与环保,2023(05):91-94.
- [8]郑强,林艳.环保设施运营成本精细化管理体系构建[J].企业改革与管理,2023(10):167-169.
- [9]朱晓东,王芳.第三方运维模式下环保设备成本优化分析[J].环境与发展,2022,34(08):178-181.
- [10]徐健,陈晨.基于BIM技术的环保设备运维成本管控研究[J].建筑经济,2022,43(09):112-115.
- [11]吴凯,叶萍.制药行业环保设备运行成本控制实践[J].中国环保产业,2022(06):78-81.
- [12]张莉,赵健.环保设备运行维护成本影响因素及降本对策[J].设备管理与维修,2022(10):134-136.
- [13]刘佳,陈明.变频技术在环保设备节能改造中的应用研究[J].机电工程技术,2022,51(04):267-269.