

# 水厂制水工艺升级和改进措施及分析

张周琪

丽水市供排水有限责任公司 浙江 丽水 323000

**摘要：**水厂制水工艺升级改造是保障供水安全的关键举措。当前传统工艺面临水源水质变化、设备老化、运行效率低下等挑战。本文剖析现状，提出核心环节改进措施，涵盖预处理、混凝沉淀等，配套升级自动化控制等系统。同时，从人员、资金、施工管理等方面提供实施保障，以提升供水安全保障能力，满足城市发展需求，推动制水工艺低碳转型。

**关键词：**水厂制水工艺；升级改造；核心环节；配套系统；实施保障

引言：水是生命之源，供水安全关乎民生福祉。当前，受工业排放、极端天气等因素影响，水源水质变化复杂，出水水质标准持续提高。传统水厂制水工艺在应对这些变化时逐渐力不从心，面临诸多挑战。在此背景下，对水厂制水工艺进行升级改造迫在眉睫。这不仅关乎居民用水安全，也影响着城市的发展与生态环境的保护，具有重大现实意义。

## 1 水厂制水工艺现状与升级必要性

### 1.1 现有制水工艺流程梳理

制水流程以水源取水为起点，经输水管道输送至厂区内后进入预处理环节。预处理主要针对原水中的大颗粒杂质、悬浮物质及部分胶体进行初步去除<sup>[1]</sup>。在反应池中，有管道混凝投加和搅拌机混凝投加两种方式，通过添加混凝剂，使杂质凝聚成较大颗粒。之后水流进入反应沉淀池，在重力作用下，大颗粒杂质沉淀至池底，实现初步固液分离。接着水流进入滤池，滤池利用滤料的过滤作用，进一步截留水中的细小杂质。经过滤后的水流入清水池储存，在清水池中还会根据水质情况，通过加药间添加消毒剂等进行消毒处理，以杀灭水中的微生物，保障水质安全。最后，经过处理达标的水通过供水管网输送至用户端，完成整个制水流程。各环节核心设备包括反应沉淀池、滤池、清水池、加药间等，它们协同运作，共同完成制水任务。

### 1.2 当前制水工艺面临的挑战

水源水质变化带来显著压力，受工业排放、农业面源污染及生活污水排放影响，原水污染程度不断加剧，水质成分日趋复杂，新兴微污染物检出频率增加，传统工艺对这类污染物的去除能力有限。极端天气频发导致原水浊度、pH值、铁锰含量、二甲基异茨醇浓度以及土溴素浓度等指标波动幅度扩大，极端情况下原水浊度可达1000NTU以上，pH值可能偏离6.5-8.5的正常范围，铁锰含量、二甲基异茨醇浓度和土溴素浓度也可能超出正

常水平，传统工艺的适应性调节能力不足，难以快速响应水质突变情况。出水水质标准持续提高，对饮用水中浊度、微生物指标、重金属及消毒副产物等控制要求更为严格，新标准要求出水浊度不超过1NTU，微生物指标中菌落总数不超过100CFU/毫升，现有工艺难以完全满足新标要求。运行效率方面，传统设备老化导致处理效果不稳定，部分环节自动化程度较低，依赖人工操作导致调控滞后，人工操作响应时间可能长达10-30分钟。成本控制压力凸显，药剂消耗量大且单价上涨，设备维护费用增加，加之能源消耗偏高，传统工艺在能耗控制上缺乏有效措施，进一步加剧运行成本负担。

### 1.3 升级改造的迫切性与战略意义

升级改造是保障供水安全、契合低碳环保要求的关键举措。随着居民生活水平提升与工业生产规模扩大，对供水水质和水量提出了更高要求，而现有工艺存在的短板可能引发水质安全隐患，升级改造能够切实提升供水保障能力，满足城乡居民与工业企业用水需求。同时，在低碳环保要求日益严格的当下，现有工艺在药剂消耗与污染物排放方面存在一定问题，升级改造可有效减少药剂使用量、降低污染物排放，减轻对生态环境的压力。当前城市化进程持续加快，城市供水范围不断拓展，供水人口稳步增长，现有工艺的处理规模与稳定性已难以匹配城市发展的增量需求。从市场发展角度，升级改造可提升水厂运营效率与服务质量，增强在供水市场中的竞争力，适应城市化进程中供水行业的发展趋势。在环保政策导向下，升级改造能够推动制水工艺向低碳节能方向深度转型，进一步契合可持续发展理念，是响应国家环保政策、推动水资源循环利用的必然选择。

## 2 制水工艺核心环节升级改造措施

### 2.1 预处理环节改进

预处理环节改进需强化对复杂污染物的去除能力，核心方向是增加生物预处理单元。借助微生物的代谢作

用降解水中溶解性有机物和氨氮等污染物,降低后续处理单元的负荷,生物预处理单元水力停留时间可设定为2-4小时。同时可采用化学氧化预处理技术,臭氧氧化、过氧化氢氧化等方式能有效分解难降解有机物,破坏污染物分子结构,提升水的可生化性,为后续工艺处理创造有利条件,臭氧投加量可控制在1-3毫克/升,过氧化氢投加量可控制在5-15毫克/升<sup>[2]</sup>。此外还需优化预处理设备的结构设计,结合原水水质波动特点调整运行参数,提升设备对杂质的拦截效率和分离效果,确保预处理出水水质稳定达标。

### 2.2 混凝沉淀环节优化

混凝沉淀环节优化重点在于提升混凝效率与沉淀效果。通过研发和应用新型高效且环保的混凝剂,该混凝剂不仅能增强对胶体颗粒的吸附架桥能力,在提升混凝效果的同时有效减少药剂用量,降低运行成本,而且在使用过程中不会产生消毒副产物和混凝剂使用副产物。沉淀池设计需向高效化转型,采用斜管沉淀池、高效沉淀池等新型结构,增加沉淀面积,缩短沉淀时间,提高单位面积的处理负荷,斜管沉淀池斜管长度可设置为1-1.5米,斜管倾角为60度。同时优化混凝沉淀过程的控制参数,精准调控搅拌速度、沉淀时间等关键指标,实现混凝沉淀过程的精准控制,提升固液分离效果,搅拌速度优化后可控制在20-60转/分钟,沉淀时间可缩短至20-40分钟。

### 2.3 过滤环节升级

过滤环节升级需聚焦过滤精度提升与运行效率优化。引入超滤、纳滤等先进膜过滤技术,依托膜的孔径筛分作用,高效截留水中细小杂质、微生物及部分有机物,大幅提升过滤出水水质,超滤膜孔径可控制在0.01-0.1微米,纳滤膜孔径可控制在0.001-0.01微米。改进过滤介质的性能,选用高强度、高吸附性的新型过滤介质,优化介质填充方式,提升过滤层的截留能力和纳污容量,延长过滤周期,新型过滤介质使用周期可比传统介质延长30-60天。优化过滤反冲洗工艺,采用气水联合反冲洗等方式,提升反冲洗效果,减少反冲洗水量和反冲洗时间,降低水资源浪费和能源消耗,气水联合反冲洗中,气冲强度可设置为15-25升/(平方米·秒),水冲强度可设置为8-12升/(平方米·秒),反冲洗时间可缩短至5-10分钟。

### 2.4 消毒环节改进

消毒环节改进核心是平衡消毒效果与环境安全性。采用氯与紫外线联合消毒等联合消毒方式,发挥不同消毒技术的协同作用,在提升病原微生物杀灭效果的同时,降低单一消毒剂的投加量,减少消毒副产物的生成。研

发和应用新型消毒剂,二氧化氯、过氧化氢等消毒剂具有杀菌效率高、副产物少的特点,推广应用可减少对环境的污染,二氧化氯投加量可控制在0.5-2毫克/升,过氧化氢投加量可控制在3-10毫克/升。优化消毒设备的运行参数,精准控制消毒剂投加量、消毒时间等指标,根据原水水质和出水要求动态调整,确保消毒效果稳定且符合环保要求,消毒时间可根据实际情况设定在10-30分钟。

## 3 制水工艺配套系统升级改造

### 3.1 自动化控制系统升级

自动化控制系统升级是提升制水工艺智能化水平的核心支撑。引入先进的自动化控制技术,构建覆盖全工艺流程的控制网络,实现对制水各环节的实时监测和自动调节。建立完善的监控体系,整合水质水量监测、设备运行状态感知等功能,对关键参数进行不间断追踪反馈,监控系统数据采集频率可设置为每1-5分钟一次<sup>[3]</sup>。开发适配制水工艺的智能控制算法,结合水源水质变化规律和用水需求波动特征,自动优化调整混凝剂投加量、过滤速度、消毒参数等工艺指标,提升工艺调控的精准度和及时性,减少人为干预带来的误差,智能控制算法可使工艺指标调整响应时间缩短至1-3分钟。

### 3.2 能源管理系统优化

能源管理系统优化聚焦降低制水能耗、提升能源利用效率。开展全流程能源消耗排查,对水泵、风机、搅拌设备等关键能耗单元进行全面分析评估,精准定位能源浪费环节。引入能源消耗实时监测模块,为每台核心设备加装智能能耗传感器,实时采集设备运行功率、工作时长等数据,通过能源管理平台进行数据分析,生成能耗分析报告和节能优化建议,为能耗管控提供数据支撑。同时建立能耗考核机制,将各车间能耗指标与绩效考核挂钩,倒逼员工树立节能意识,减少无效能源消耗。推广应用节能型设备,替换传统高耗能设备,高效水泵、节能型风机等设备可显著降低动力消耗。优化能源运行管理策略,根据用水峰谷规律合理安排设备运行时间,避免无效能耗;推动能源梯级利用,将生产过程中产生的余热余压进行回收再利用,构建高效节能的能源运行模式。

### 3.3 水质监测系统完善

水质监测系统完善是保障供水安全的重要防线。拓展水质监测维度,增加特征污染物、消毒副产物等监测指标,加密取水口、预处理出口、成品水出口等关键节点的监测点布设,全面掌握水质在各工艺环节的变化轨迹,监测点数量可根据水厂规模增加5-10个。引入先进的水质监测仪器和快速检测技术,提升监测数据的准确

性和响应速度,实现从常规监测向精准监测的转变,先进水质监测仪器检测精度可比传统仪器提高20-40%,检测时间可缩短至5-15分钟。建立健全水质预警机制,设定分级预警阈值,当监测数据出现异常时及时触发预警并启动应急处置流程,确保出水水质安全可控,预警响应时间可控制在10-30分钟内。

#### 4 升级改进过程中的实施保障

##### 4.1 人员培训与团队建设

人员培训与团队建设是确保升级改进项目顺利推进的核心人力支撑。组织相关技术人员参与专项培训课程,系统学习新型制水工艺技术原理、先进设备操作规范及日常维护要点,提升专业技能与实操能力,培训课程时长可设置为40-80学时。培训课程需采用理论教学与实操演练相结合的模式,邀请行业专家开展专题授课,同时搭建校企合作培训平台,借助专业院校资源提升培训专业性与系统性<sup>[4]</sup>。搭建专业技术团队架构,明确团队成员职责分工,统筹负责制水工艺升级改进项目的方案设计、施工组织及后期运行管理等全流程工作,团队成员数量可根据项目规模确定为10-30人。搭建技术创新激励平台,鼓励技术人员投身工艺优化、设备改良等研发活动,积累核心技术经验,持续提升水厂整体技术水平,对有突出贡献的技术人员给予5000-20000元的奖励。

##### 4.2 资金筹措与成本控制

资金筹措与成本控制是保障升级改进项目稳步实施的经济基础。开展全面的项目成本核算,制定科学合理的资金预算方案,清晰界定升级改进项目所需资金总额、资金来源渠道及分阶段投入计划,确保资金供应稳定有序。积极拓展多元化资金筹措渠道,除争取政府专项补贴和企业自有资金投入外,可对接绿色信贷、专项债券等金融产品,利用环保项目的政策优势降低融资成本。同时建立资金动态调整机制,根据项目施工进度和市场价格波动情况,及时优化资金使用计划。优化资金使用分配方案,建立资金使用跟踪监管机制,精准把控各环节资金投入比例,提高资金使用效率,杜绝资金闲置浪费。在坚守升级改进效果底线的前提下,通过技术方案比选、设备集中采购等方式压缩非必要开支,实现项目

成本合理管控,提升项目整体经济效益。

##### 4.3 施工管理与质量控制

施工管理与质量控制是确保升级改进项目工程质量的关键环节。结合项目实际需求制定详细的施工方案,明确施工工序、技术标准及各阶段进度目标,搭建高效的进度管控体系,保障施工过程规范有序推进,施工方案编制周期可设定为10-20天。施工方案需充分考虑水厂不间断供水需求,采用分区域、分阶段施工模式,合理规划施工时序与临时供水方案,最大限度降低施工对正常供水的影响,分区域施工可将水厂划分为3-5个区域依次施工。强化施工现场管理力度,严格执行施工规范及安全操作规程,加强施工人员安全意识培育,排查整治各类安全隐患,保障施工安全与现场秩序,施工现场安全检查频率可设置为每天一次。构建全流程质量控制体系,建立施工前技术交底、施工中过程检验、施工后竣工验收的闭环管理模式,对施工材料、设备安装、工艺实施等关键环节进行严格监控与检验,确保工程质量符合设计要求与行业标准,过程检验频率可根据施工进度设定为每3-7天一次。

##### 结束语

水厂制水工艺升级改进是一项系统且复杂的工程,涉及核心环节优化、配套系统升级以及多方面实施保障。通过一系列措施,可提升供水水质与水量保障能力,增强水厂竞争力,实现低碳节能发展。在实际推进中,需严格落实各项保障措施,确保升级改进工作顺利开展,为居民提供更优质安全的供水服务,推动供水行业可持续发展。

##### 参考文献

- [1]王林鹏,陈忠.山东某净水厂改造工程实践[J].供水技术,2024,18(3):55-57.
- [2]赖通.冶金工业废水处理工艺与优化改进[J].工程技术研究,2024,6(5):80-82.
- [3]李博瑶.沈阳市高花街道地下水水质评价及净水工艺设计[J].城镇供水,2024(2):17-21,47.
- [4]陈炜,高鹏,张连芹,等.工业循环水处理技术改进策略分析[J].大众标准化,2024(22):53-55.