

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2024.24.014

混合絮凝反应沉淀池的性能优化研究及应用效果

尤良洲¹, 陈丽娜², 付琳³

(1. 华电电力科学研究院有限公司, 浙江 杭州 310030; 2. 中冶南方都市环保工程技术股份有限公司, 湖北 武汉 430205; 3. 安徽华电芜湖发电有限公司, 安徽 芜湖 241000)

摘要: 沉淀池作为除浊首选工艺设备,通过自然沉淀或者混凝沉淀去除水中多种杂质,但因其自动化程度低、人工操作工作量大的特点,运行效果往往差强人意。采用AI图像识别技术将水体中的矾花特征进行计算、分析、分类、转化,实现混凝剂烧杯最佳加药量试验在线化、水体矾花特性(粒径、数量)全流程监测和泥位高度可视化控制,结合沉淀池构(建)筑物水力条件优化,实现智能调整沉淀池运行状态。研究及应用结果表明,通过沉淀池整体优化智能控制体系调整能够大幅提升处理能力,降低出水浊度,减少药剂投加量,降低下游膜设备的污堵风险,降低膜系统的清洗频率,对提高水处理车间的产水量、产水品质均有促进作用。

关键词: 图像识别; 絮凝反应沉淀池; 矾花; 优化调整

中图分类号: TU99 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2024)24-0085-07

Performance Optimization and Application Effect of Mixed Flocculation and Sedimentation Tank

YOU Liang-zhou¹, CHEN Li-na², FU Lin³

(1. Huadian Electric Power Research Institute Co. Ltd., Hangzhou 310030, China; 2. WISDRI City Environment Protection Engineering Co. Ltd., Wuhan 430205, China; 3. Anhui Huadian Wuhu Power Co. Ltd., Wuhu 241000, China)

Abstract: As the preferred process equipment for turbidity removal, sedimentation tanks remove various impurities from water through natural sedimentation or coagulation sedimentation. However, due to their low degree of automation and heavy manual operation workload, the operating effect is often unsatisfactory. AI image recognition technology is used to calculate, analyze, classify, and convert the characteristics of alum flocs in water body, achieving online testing of the optimal coagulant dosage, full process monitoring of alum floc characteristics (particle size and quantity) in water, and visual control of sludge level. Combined with the hydraulic condition optimization of sedimentation tank structures, intelligent adjustment of sedimentation tank operation status is achieved. The research and application results show that the overall optimization and adjustment of the sedimentation tank through the intelligent control system can effectively improve the treatment capacity, reduce the turbidity of the effluent, the dosage of chemicals, the risk of fouling and blockage of downstream membrane equipment, the cleaning frequency of the membrane system, while promote the production and quality of water in the water treatment workshop.

基金项目: 中国华电集团公司科技项目(CHDKJ22-02-01)

Key words: image recognition; flocculation and sedimentation tank; alum floc; optimization and adjustment

混合絮凝反应沉淀池是原水预处理中集混凝、沉淀及澄清为一体的工艺设备,因其具有结构简单、占地面积较小、出水水质好等特点,常用于火力发电企业水处理系统,优先去除水中大颗粒悬浮物、胶体等杂质。该设备在实际运行过程中存在的问题主要有:①混凝剂投加量不明确。混凝剂的投加量对出水水质影响较大^[1],投加过多或不足均会造成水体中矾花生成形态不佳,影响混凝效果,造成出水浊度升高。为了验证投加的混凝剂量是否满足混凝效果需要,国内多采用流动电流检测仪测定水中胶体杂质的Zeta电位^[2],实现自动调节加药量。但影响Zeta电位因素众多,如流动电流检测仪的安装调试、原水水质、运行工况、混凝剂品种和浓度及取样点等^[3],往往很难发挥自动加药控制功能。②出水矾花“逃逸”。在出水水质监控方面,主要采用在线浊度计监测水中浊度变化,但无法识别矾花“逃逸”过程,仅依靠现场人员巡检防范,监测及调整方式严重滞后,大量矾花“逃逸”将严重影响下游设备正常运行^[4]。③排泥控制困难。排泥时机根据运行经验判断,排泥时长也无明确依据,基本沿用调试时的参数。排泥间隔和时长与进水水质、加药量和污泥量密切相关,水质发生变化时需进行灵活调整。

近几年,关于沉淀池智能化、智慧化控制方面的研究不在少数,特别是集中在混凝剂自动投加方面。韩梅等^[5]采集不同粒度大小的矾花数据,通过XGBoost算法建立混凝投药模型,结合时均水量、温度、浑浊度、加药量等历史数据,实现混凝剂的自动投加。何嘉莉等^[6]通过收集原水浊度、出水浊度以及混凝剂投加量等历年数据,建立混凝剂投加数学模型,以出水水质效果为反馈,自动调整混凝剂投加量。徐少川等^[7]通过CMAC神经网络建构出水浊度与原水浊度、混凝剂投加量之间的数学模型,对不同浊度的原水进行最佳投加量预测,构建混凝加药控制器,实现投药量自动改变。

仅对混凝药剂投加量进行智能控制尚不能实现沉淀池整体性能的提升,仍要考虑出水指标、排泥时机和时长以及沉淀池本身的水力条件。以华

中地区某燃煤发电企业原水预处理系统混合絮凝反应沉淀池为例,通过混凝剂烧杯试验在线化、水体矾花特性(粒径、数量)全流程监测、泥位高度可视化及絮凝沉淀池水力条件提升等手段,实现沉淀池整体运行性能的提升。

1 项目概况

该燃煤发电企业以长江水为水源,预处理系统设5座设计出力为400 m³/h的混合絮凝反应沉淀池,2座设计出力为200 m³/h的空气擦洗滤池,2座设计出力为200 m³/h的无阀滤池。混合絮凝反应沉淀池进水端投加饮用水用聚合氯化铝,其有效铝含量为10%,不投加助凝剂。

对混合絮凝反应沉淀池运行状态进行监测,运行参数及水质指标见表1。絮凝沉淀池结构见图1。投加混凝剂后的原水进入网格絮凝池,再经过导流孔进入沉淀池区域实现泥水分离。距水面1 m处设有斜管(斜板)增加沉淀面积,可以提高沉淀效率。

表1 混合絮凝反应沉淀池的运行参数及水质指标

Tab.1 Operation parameters and water quality of the mixed flocculation and sedimentation tank

项目	原水池入口	1#澄清池出水	2#澄清池出水	3#澄清池出水	4#澄清池出水	5#澄清池出水
处理流量/(m ³ ·h ⁻¹)	/	102	167	98	101	115
加药量/(mg·L ⁻¹)	/	34	37	40	39	31
加药泵频率/Hz	/	62	67	54	60	58
COD _{Mn} /(mg·L ⁻¹)	2.12	1.18	1.12	1.10	1.24	1.15
全硅/(mg·L ⁻¹)	16.28	14.04	14.25	14.02	13.75	13.61
活性硅/(mg·L ⁻¹)	14.77	12.59	12.88	12.54	12.75	12.52
胶体硅/(mg·L ⁻¹)	1.51	1.45	1.37	1.48	1.00	1.09
浊度/NTU	54.0	3.5	2.4	2.4	1.8	1.5

由表1可知,经过混合絮凝反应沉淀池处理后,COD_{Mn}的去除率约41%~48%,胶体硅的去除率<15%。沉淀池实际运行出力仅为100~170 m³/h,远远低于设计值(400 m³/h),在低处理流量工况下,出

水浊度偏高,水面有矾花漂浮且混凝剂投加量明显偏高。可以看出,混合絮凝反应沉淀池整体运行状态不佳,造成下游滤池反洗频率和反渗透保安过滤器滤芯更换频率增加。因此,对混合絮凝反应沉淀池进行整体优化十分必要。

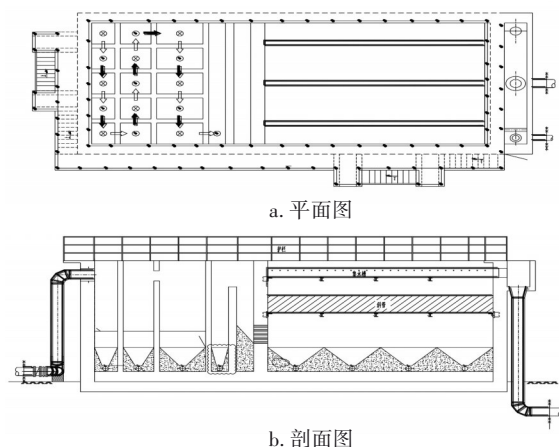


图1 絮凝沉淀池外形结构

Fig.1 Structure of flocculation and sedimentation tank

2 AI图像处理技术

通过高清摄像连续拍摄,实现对水下矾花显微动态成像,采用图像数字化处理技术及神经网络算法对其特征进行精确计算和分析,处理结果可用于混凝剂投加控制、全流程矾花特性监控和水质指标监测等各个方面。

2.1 数据采集

选择高分辨率、高灵敏度和高精度的摄影设备与传感器,摄影设备具备自动曝光、自动对焦等功能,以适应不同水下环境,确保图像稳定。营造不同时间(例如早、中、晚)、不同光线(例如自然光、人造光源)、不同角度(例如正面、侧面、顶部)等多种拍摄环境,模拟矾花在各种环境下的形态和特征,提高模型的泛化能力。对采集到的图像进行预处理,例如调整亮度和对比度、裁剪、旋转等,以使图像更适于后续的分析 and 处理。使用目标检测算法,自动检测矾花的位置和形状信息,并生成对应的标签,对矾花图像进行自动标注。检查拍摄的矾花是否清晰、完整,是否有重复或错误的标签等,可以提高训练数据的质量,避免模型训练时受到错误数据的影响,确保数据准确、有效。最终对采集到的数据进行筛选、标注、验证和清洗后,可以建立起高质量的训练数据集。

2.2 建立矾花识别AI模型

利用打标数据集,建立矾花识别AI模型、合适的机器学习算法,例如卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)等,以实现对矾花图像的特征提取和分类。本次采用CNN算法,用于计算模型预测边界与真实边界之间的差距,通过最小化这个差距来训练模型。采用的公式如下:

$$L = \sum_{i=1}^n \log(1 + e^{-y_i(i) - y_p(i)}) \quad (1)$$

式中: L 为损失函数; n 为样本数量; y_i 为真实的标签(即矾花图像分割的边界); y_p 为预测的标签(即模型预测的边界)。

利用打标数据集进行模型训练,采用随机梯度下降(SGD)作为优化算法,并使用反向传播算法计算损失函数对模型参数的梯度,不断调整参数,以实现对CNN模型的优化训练。采用交叉验证、混淆矩阵等方法,对训练好的模型进行评估和验证。将图像转换为灰度图像,并计算图像的尺寸、纹理、形状特征。这些特征可作为输入向量,用于训练机器学习模型使用傅里叶变换公式来计算矾花的频谱特征,使用梯度向量flow(GVF)算法来计算矾花的边缘特征等。

2.3 矾花图像识别

利用训练好的矾花识别AI模型,对新的矾花图像进行识别。为了提高识别的准确性,可对单帧图像进行区域划分,将其划分为 $M \times M$ 的区域,对每个区域分别计算矾花的轮廓信息。根据轮廓信息,可以计算出矾花的面积、周长、圆形度等特征信息。具体公式如下:

$$\begin{aligned} A &= \pi \times (r_1 \times r_2) \times P = \\ &2 \times (r_1 \times r_2) \times \ln(r_1 \times r_2) \times R = \\ &4 \times \pi \times \sqrt[3]{(r_1 \times r_2)} \end{aligned} \quad (2)$$

式中: A 为矾花的面积; P 为矾花的周长; R 为矾花的圆形度; r_1 、 r_2 分别为矾花图像中最大和次大的圆形边界半径。

式(2)可以根据矾花轮廓信息来计算相应的特征信息。使用加权平均公式来计算各个量化指标的权重,并求得加权平均值作为最终的量化评价指标。最终得到的量化评价指标可用于判断矾花的类型、大小、形状等信息,从而实现对矾花的准确识别和分类。

3 优化方案

3.1 智能混凝试验装置

通常根据多联搅拌烧杯试验装置的试验结果确定混凝药剂投加量,但人工化验在连续性和及时性上都不能满足要求。为克服混凝剂烧杯试验的不足,将AI图像识别技术与多联搅拌烧杯试验相结合,记录不同进程下矾花变化的特性,实现进样、加药、搅拌、水质测定、清洗、数据整理等烧杯试验过程自动执行。结合原水水质波动,寻找当前水质最佳加药量,实现不同药剂、水质条件下的连续烧杯试验。根据烧杯试验结果,定期导出混凝剂最佳投加量,形成混凝剂投加信号,调整混合絮凝反应池的加药泵,结合絮凝沉淀池进水流量参数,自动调整加药量,形成混凝药剂自动投加技术。智能混凝试验装置控制系统示意图见图2。

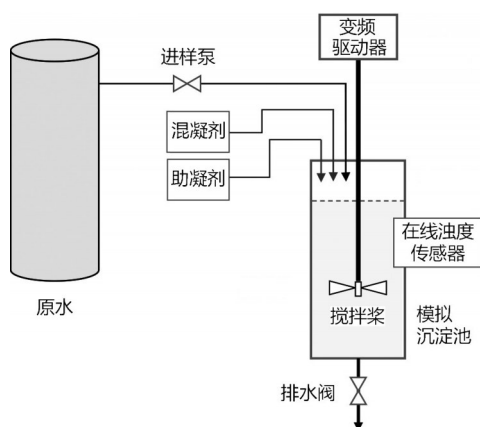


图2 智能混凝试验装置控制系统示意

Fig.2 Schematic diagram of the control device system of the intelligent coagulation test device

3.2 矾花特性变化的全流程监控

将高清水下摄像头布置在混合区、絮凝区、沉淀池及出水界面,通过AI图像识别技术将不同区域的矾花特性(粒径及数量)不断连续拍摄,再将监控图片转化为数据变化曲线(见图3),实时动态记录絮凝沉淀池不同区域矾花的特性变化。根据曲线斜率的变化判断沉淀池的水力条件,以及其他关键因素变化引起的影响,如流量、温度、浊度等,用于修正智能混凝试验装置的试验结果,从而形成“加药量-矾花特征-出水水质”逻辑关联特性。通过对全流程矾花特性的监控,实时掌握矾花发育、生长、沉淀各个过程,预测出水水质变化及矾花“逃逸”是否发生,实现运行调整的提前介入。

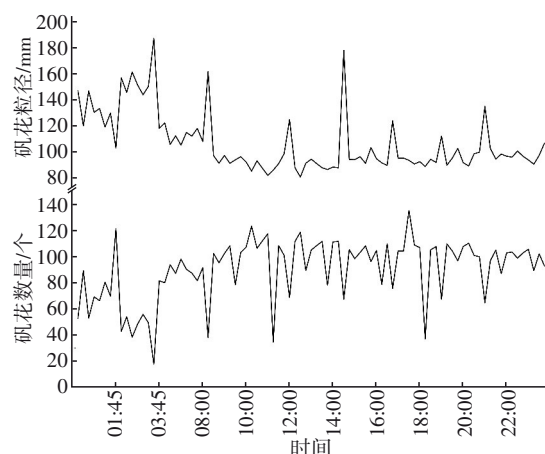


图3 矾花特性数据曲线

Fig.3 Curve graph of alum flower characteristics data

3.3 可视化泥位监控

为控制沉淀池泥位高度处于一个合适的波动范围,在斜板(斜管)下端布置水下高清摄像头拍摄矾花沉降过程。按照摄像设备布置的高度设定排泥上限及下限警戒线,当泥位超过上限警戒线时,摄像头拍摄画面将被矾花覆盖,控制信号开启排泥阀门;当泥位低于下限警戒线时,摄像头拍摄画面无厚实的矾花层,控制信号关闭排泥阀门,实现自动化精准排泥。通过AI图像识别技术拍摄能够实现不同污泥高度的识别(见图4),从而达到根据泥位高度变化而非人工经验排泥。

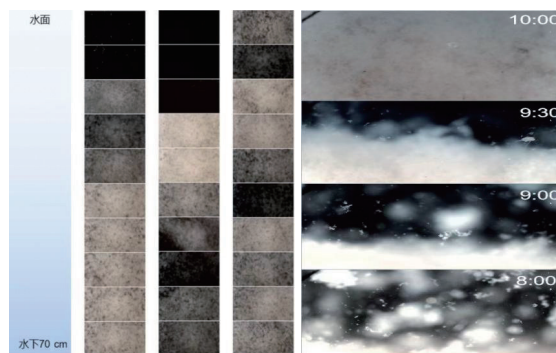


图4 水下可视泥位计模拟场景下拍摄效果

Fig.4 Effect picture of underwater visual mud level meter shot in simulation scene

3.4 水力条件优化

3.4.1 流场数学模型建立

通过前期评估分析发现,絮凝反应沉淀池长期处于低负荷运行工况,一方面是预处理系统设计余量较足,另一方面是供水需求也相对不高,低负荷工况时间占比较多。使用计算机建模软件shapr3D

建立一个数字化的絮凝反应沉淀池模型,通过仿真软件Blender结合数学模型模拟实际絮凝沉淀池的水流、颗粒物运动和沉淀过程。设定流速和流场分布,可以模拟水在絮凝沉淀池的流动情况,精确地描绘水流的速度、方向和涡旋等特征。设定颗粒物的初始位置、速度、大小等参数,观察它们在水流中的运动轨迹以反映颗粒物在水中的运动情况和聚集过程。设定颗粒物的物理化学性质和沉淀条件,模拟颗粒物在沉淀池底部的积累情况,可以显示颗粒物在沉淀池底部形成污泥的过程,以及污泥的厚度和分布情况。根据数学模型对絮凝反应沉淀池运行的模拟,发现低负荷工况时絮凝网格池流速偏低(见图5,蓝色深浅代表沉淀池流速高低,蓝色越深代表流速越低)。

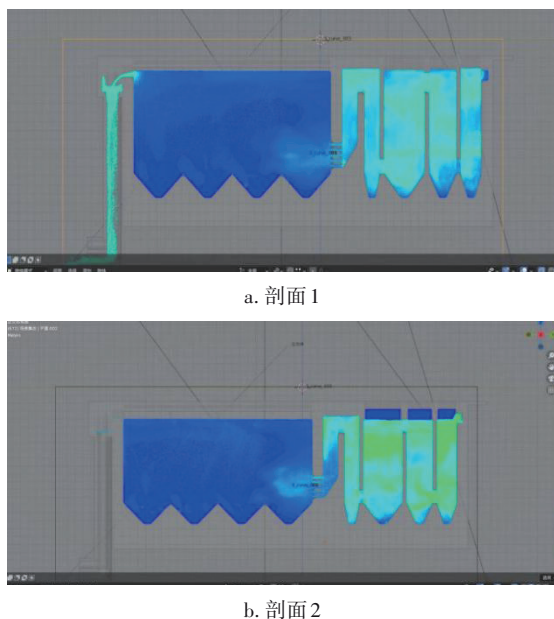


图5 絮凝反应沉淀池低负荷工况时的流速剖面

Fig.5 Velocity profile of flocculation and sedimentation tank at low capacity

从流速变化可以发现,絮凝区中形成的矾花逐渐沉淀并堆积于底部或吸附在池壁,处理流量较小时处于稳定状态,矾花堆积在絮凝区造成局部泥量过多。当处理流量提升时(见图6,红色表示物料高速流动),高流速带动网格池沉积的矾花和颗粒物进入浓缩池与沉淀池,此时尚未形成大颗粒矾花便被大量裹挟进入沉淀区且无法有效沉淀,导致沉淀池的污泥界面上升、矾花“逃逸”,继续恶化时形成“翻池”。因此,解决低流速时矾花颗粒无法絮凝长大的问题,是提升絮凝沉淀池运行性能的有效

途径。

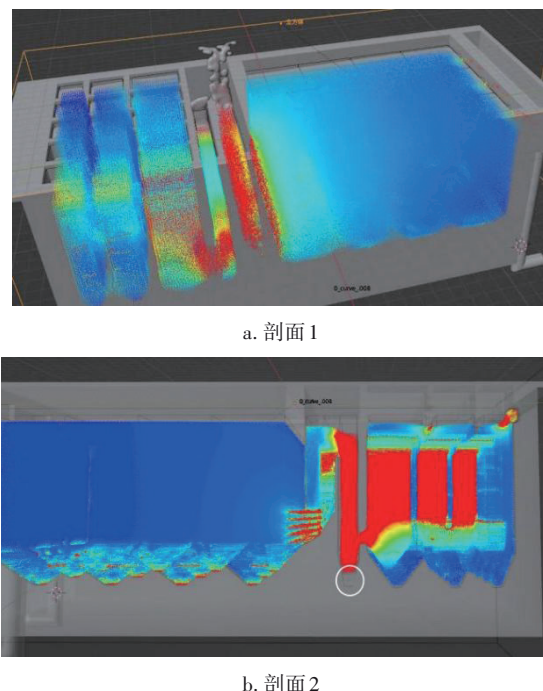


图6 絮凝沉淀池高负荷工况时的流速剖面

Fig.6 Velocity profile of flocculation and sedimentation tank at high capacity

3.4.2 搅拌强化絮凝

基于数学模型的流程模拟结果表明,低负荷工况下矾花无法有效碰撞絮凝变大,只能附着在絮凝区域,当提升处理流量时,水流携带未成形的矾花颗粒进入沉淀区,无法有效沉降,造成絮凝沉淀池出力受限。提高絮凝反应沉淀池的水力条件是改善出水水质的有效途径,在进水流量一定的前提下,提高搅拌强度能够提升单位体积内的矾花有效碰撞,使矾花与混凝剂的水解聚合反应达到最优状态,为下一步生成更大的矾花提供良好的条件。提升低负荷工况的水力条件,在絮凝格栅口加装搅拌装置,增强细微矾花之间的碰撞与聚集,强化絮凝过程,以克服低负荷、低水力条件造成的不利影响。

3.5 建立动态智能控制体系

为提升混合絮凝反应沉淀池的运行出力及效果,混凝剂自动投加试验装置持续开展在线化的烧杯试验,提供动态混凝剂的最佳投加量,避免混合絮凝反应沉淀池的药剂投加量过多或不足,提高混合絮凝效果。利用AI图像识别技术监控混合絮凝反应沉淀池各个区域的矾花特性变化,监测数据反馈至混凝剂自动投加试验装置进一步优化加药量

的同时,也反馈至PLC控制系统,通过控制现场加药系统、搅拌装置、泥位控制装置等实现混合絮凝反应沉淀池的动态智能运行。优化提升后混合絮凝反应沉淀池的控制流程见图7。

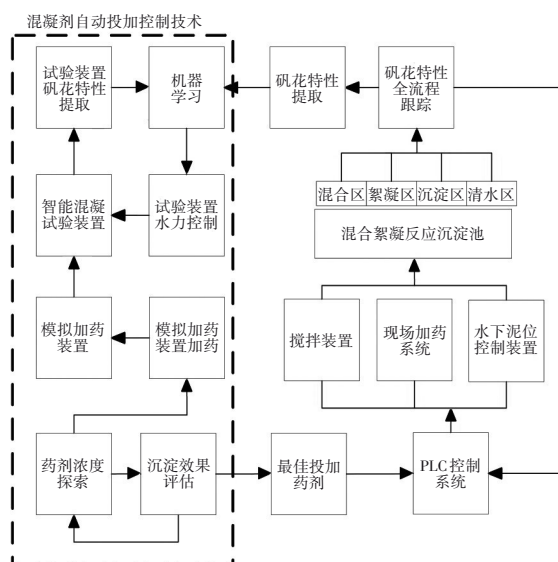


图7 优化提升后混合絮凝反应沉淀池的控制流程

Fig.7 Control flow chart of mixed flocculation and sedimentation tank after optimization and improvement

4 运行效果

4.1 沉淀池运行出力及出水水质

该系统运行流量与出水浊度随时间的变化见图8。

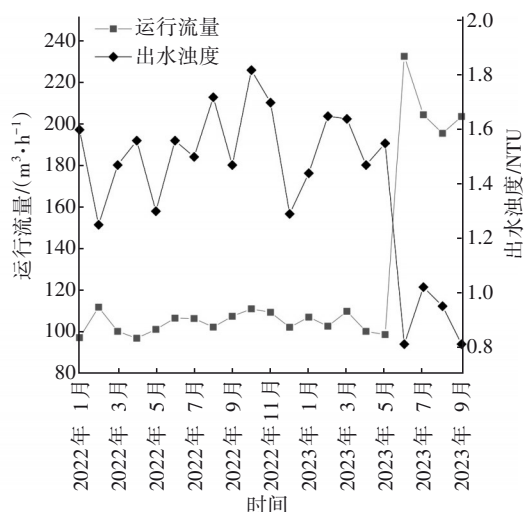


图8 运行流量与出水浊度随时间的变化

Fig.8 Variation of operating flow and water turbidity with time

2022年1月—2023年4月,2号混合絮凝反应沉淀池的处理能力较低,提高进水流量容易造成“翻

池”,控制运行流量仅为90~120 m³/h,远远低于设计值,出水浊度为1.2~1.8 NTU,虽然出水指标达到控制要求,但出水界面漂浮大量细小矾花颗粒。

经优化调整后,2号混合絮凝反应沉淀池的处理能力大幅提升,2023年5月—9月的运行出力提升至200~240 m³/h,升幅达100%,出水浊度降至0.8~1.1 NTU,清水区的悬浮矾花数量明显减少。通过矾花特性监测,基本解决了矾花“逃逸”问题。

4.2 药剂消耗量

混合絮凝反应沉淀池采用聚合氯化铝作为混凝剂,其品质执行《生活饮用水用聚合氯化铝》(GB 15892—2020)标准,有效铝含量为10%,不投加助凝剂。实际混凝剂投加量为30~40 mg/L,远超设计值,特别在2022年11月—2023年4月水温降低,为保障混凝效果,加大了混凝剂投加量,药耗明显上升,造成保安过滤器滤芯的更换频率也同样上升(见图9)。

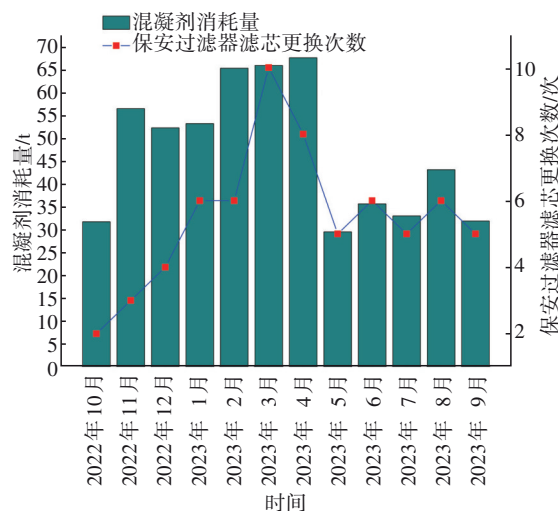


图9 混凝剂用量与保安过滤器滤芯更换次数关系

Fig.9 Relationship between flocculant dosage and filter element replacement of security filter

现场运行对混凝剂投加量没有进行实时数据跟踪,仅对月度药耗进行统计,因未对单位水量投加药剂进行核算,导致实际投加量远大于设计值。通过调整混凝剂投加量和运行方式,混合絮凝反应沉淀池的整体流量提高,吨水药耗明显降低。同时,保安过滤器滤芯的更换频率开始明显降低,因药剂投加而造成的膜系统污堵情况有效改善。

4.3 机组的蒸汽氢电导率

夏季供热期间,调整单台机组供热量容易出现

蒸汽电导率超标的情况,最高值达到 $0.3\ \mu\text{S}/\text{cm}$,远超过 $0.1\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 的设计值、 $0.08\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 的期望值。通过降低单台机组供热量,减少机组补水率,蒸汽氢电导率指标慢慢恢复正常。初步判断氢电导率超标是机组供热补水量大,补给水中的TOC在高温中分解产生二氧化碳、强酸阴离子等所致。通过分析锅炉补给水车间原水、超滤进水、反渗透进水质,发现水中有机物和铝离子含量较高,保安过滤器进水处铝离子高达 $0.43\ \text{mg}/\text{L}$,加剧了保安过滤器的污堵。据此可以推断:预处理系统运行状态不佳导致后续膜处理系统运行状态变差,反渗出水水质不佳。叠加供热水量较大,机组给水中携带大量有机物进入机组水汽系统,造成机组蒸汽氢电导率超标。因此,优化了絮凝反应沉淀池的加药量,提高了絮凝反应沉淀池出水水质指标,改善了后续膜系统的运行条件,2023年夏季供热工况期间未出现机组蒸汽氢电导率超标的情况。

5 结论

传统的沉淀池绝大多数运行工况的调整都取决于人为操作,对运行人员的经验要求较高。因此,通过动态智能控制体系对沉淀池控制进行优化,有效改变了药剂投加、池底排泥的随意性。通过全流程监控矾花特性,能够实时掌握沉淀池的运行状态,减少日常巡检的工作量。动态智能控制体系能够有效改善下游膜设备的污堵,降低膜系统的清洗频率,对水处理车间提升产水量、提高产水品质均有促进作用,直接降低了运行成本,间接提高了锅炉补给水水质和锅炉蒸汽品质,降低了汽轮机低压端的积盐、结垢风险。

参考文献:

- [1] 王涛,张俊,王坪,等. 基于高效絮凝沉淀池与翻板滤池组合工艺的工程案例[J]. 环境工程学报, 2023, 17(3): 1043-1050.
- WANG Tao, ZHANG Jun, WANG Ping, *et al.* Engineering case based on the combination process of high-efficiency flocculation sedimentation tank and shutter filter [J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2023, 17(3): 1043-1050(in Chinese).
- [2] 陈阳,冯英明,杨晓峰,等. 在线絮凝控制技术在给水和废水处理中的应用[J]. 给水排水, 2020, 46(S1): 453-458, 464.
- CHEN Yang, FENG Yingming, YANG Xiaofeng, *et al.* Application of on-line flocculation control technology in water and wastewater treatment [J]. Water & Wastewater Engineering, 2020, 46(S1): 453-458, 464(in Chinese).
- [3] 冯骞,汪翔,於浩. 水量对流动电流混凝投药控制系统的影响[J]. 中国给水排水, 2004, 20(4): 57-59.
- FENG Qian, WANG Hui, YU Hao. Influence of water volme on coagulant dosage control system by streaming current [J]. China Water & Wastewater, 2004, 20(4): 57-59(in Chinese).
- [4] 杨军,周婕,张楠,等. 混凝剂后絮凝对超滤反渗透膜系统影响的研究[J]. 工业水处理, 2022, 42(9): 155-159.
- YANG Jun, ZHOU Jie, ZHANG Nan, *et al.* Effect of reflocculation of coagulant on ultrafiltration and reverse osmosis membrane system [J]. Industrial Water Treatment, 2022, 42(9): 155-159(in Chinese).
- [5] 韩梅,李玉宝,邹放,等. 基于水厂大数据的混凝投药系统智能模型的构建[J]. 净水技术, 2021, 40(9): 40-47.
- HAN Mei, LI Yubao, ZOU Fang, *et al.* Modeling of big data-based intelligent model for coagulation dosing system in WTP [J]. Water Purification Technology, 2021, 40(9): 40-47(in Chinese).
- [6] 何嘉莉,袁耀芬,周沛良,等. 自来水厂混凝剂自动精准投加系统建设与运行[J]. 中国给水排水, 2021, 37(18): 139-143.
- HE Jiali, YUAN Yaofen, ZHOU Peiliang, *et al.* Construction and operation of automatic and accurate coagulant dosing system in waterworks [J]. China Water & Wastewater, 2021, 37(18): 139-143(in Chinese).
- [7] 徐少川,阎相伊,刘宝伟,等. 智能控制在净水混凝投药系统中的应用[J]. 中国给水排水, 2017, 33(13): 60-63.
- XU Shaochuan, YAN Xiangyi, LIU Baowei, *et al.* Application of intelligent control in coagulant dosing system in a waterworks [J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(13): 60-63(in Chinese).

作者简介:尤良洲(1987-),男,浙江杭州人,工学硕士,高级工程师,主要从事火电厂环保及废水处理研究工作。

E-mail:you_lz009@163.com

收稿日期:2023-11-24

修回日期:2023-12-25

(编辑:衣春敏)