

城市中水回用作火电厂锅炉补给水水源

刘立国, 朱保成, 谢长血, 戴云帆, 王 刚
(北京中电加美环保科技有限公司, 北京 100083)

摘 要: 以内蒙古某电厂原水预处理系统项目为例,分析了城市中水作为电厂锅炉补给水水源的意义及对水质的要求。选择机械搅拌澄清池+曝气生物滤池的组合工艺处理城市中水,并对工艺设计进行了详细介绍。实践表明,该系统运行稳定,出水水质达到火电厂水源水质要求。

关键词: 城市中水; 火电厂; 机械搅拌澄清池; 曝气生物滤池

中图分类号: TU991 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)02-0096-03

Reuse of City Reclaimed Water as Boiler Make-up Water Source of Thermal Power Plant

LIU Li-guo, ZHU Bao-cheng, XIE Chang-xue, DAI Yun-fan, WANG Gang
(Beijing CM Environmental Engineering Co. Ltd., Beijing 100083, China)

Abstract: Taking the raw water pretreatment system project of a thermal power plant in Inner Mongolia as an example, the significance of the reclaimed water as the boiler make-up water source of the power plant and the water quality requirements were analyzed. The city reclaimed water was treated by the combined process of mechanical stirring clarifier and BAF, and the process design was introduced in detail. The practice showed that the system was stable, and the effluent quality could meet the water quality requirements of the thermal power plant.

Key words: city reclaimed water; thermal power plant; mechanical stirring clarifier; BAF

将城市污水再生用于火电厂是一举多得,既缓解了供需矛盾,又可以给污水处理厂带来一定的经济效益,促进了污水资源化的进程^[1,2]。

1 工程概况

神华神东电力有限责任公司萨拉齐电厂位于内蒙古自治区包头市土默特右旗,1#机组于2011年5月建成投产,2#机组于2011年8月建成投产,共有2台额定蒸发量均为1 065 t/h的循环流化床锅炉,配有2台额定负荷均为300 MW的发电机组,总装机容量为600 MW。

本项目预处理系统的来水采用萨拉齐污水处理厂的中水,经预处理系统处理后的产水贮存在工业清水池,作为电厂工业用水、锅炉补给水处理系统等的水源。设计处理规模为250 m³/h。当城市中

水出现供水量不足时,采用美岱水库水作为备用水源。萨拉齐镇污水处理厂采用硅藻精土处理剂处理污水,因本项目设计及建设时,萨拉齐镇污水处理厂尚未完工,其出水水质参考同类型处理工艺污水处理厂出水水质。本项目设计进、出水水质见表1。

表1 原水预处理系统的设计进、出水水质

Tab.1 Water quality of influent and effluent

项 目	进水水质	出水水质
COD/(mg·L ⁻¹)	120	30
BOD ₅ /(mg·L ⁻¹)	30	5
氨氮/(mg·L ⁻¹)	25	5
磷/(mg·L ⁻¹)	1	0.5
pH 值	—	7~9
SS/(mg·L ⁻¹)	30	5
细菌总数/(个·mL ⁻¹)		1 000

2 工艺流程

本项目主要为进一步去除中水中的 COD、氨氮、总磷及 SS 等污染物,同时考虑要兼顾去除水库水中的硬度。经过经济、技术比较,选择机械搅拌澄清池+曝气生物滤池组合工艺对城市中水进行预处理,再经过滤及脱盐后作为电厂锅炉补给水。当采用美岱水库备用水源时,采用机械搅拌澄清池去除硬度及悬浮物后,超越曝气生物滤池进入工业水清水池。具体工艺流程见图 1。

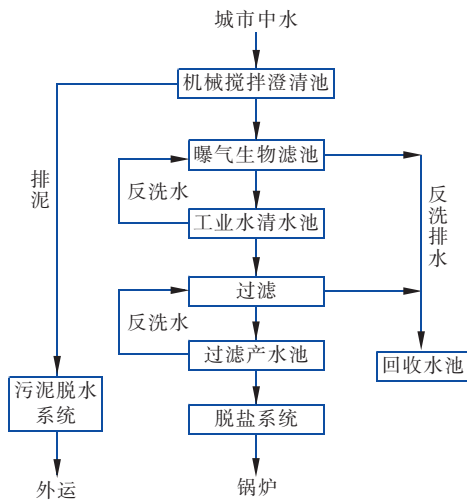


图 1 工艺流程

Fig. 1 Flow chart of reclaimed water treatment process

萨拉齐镇污水处理厂处理后的中水经过城市中水管网进入电厂原水预处理系统,首先进入机械搅拌澄清池,去除悬浮物、磷及部分硬度等。污泥经脱水后,泥饼外运处置。机械搅拌澄清池产水进入升流式曝气生物滤池,去除 COD、氨氮和磷等污染物。经过一段时间的运行,曝气生物滤池进行反洗,反洗排水进入回收水池,经泵提升回流至系统前段重新进行处理。曝气生物滤池产水自过滤进入工业清水池,经过脱盐系统设置的多介质过滤器过滤之后作为电厂的工业用水和锅炉补给水水源。

3 工艺设计

3.1 机械搅拌澄清池

机械搅拌澄清池将混合室和反应室合二为一,即原水直接进入第一反应室中,由于搅拌器叶片及涡轮的搅拌提升,使进水、药剂和大量回流泥渣快速接触混合,在第一反应室完成机械反应,并与回流泥渣中原有的泥渣再度碰撞吸附,形成较大的絮粒,被涡轮提升到第二反应室中,再经折流到澄清区进行

分离,清水上升由集水槽引出,泥渣在澄清区下部回流到第一反应室,由刮泥机刮集到泥斗,通过池底排泥阀控制排出,达到原水澄清分离的效果^[3]。

设机械搅拌澄清池 2 座,设计参数见表 2。

表 2 机械搅拌澄清池设计参数

Tab. 2 Design parameters of mechanical stirring clarifier

项 目	数 值
澄清池出力/($\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$)	250
澄清池直径/m	9.8
反应室容积/ m^3	7.2
进水停留时间/h	2
上升流速/($\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$)	0.6
搅拌桨直径/m	1.8
搅拌桨功率/kW	3
刮泥机直径/m	6
刮泥机功率/kW	0.75
凝聚剂加药量/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	20 ~ 30
助凝剂加药量/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.5 ~ 1

3.2 曝气生物滤池(BAF)

在污水处理过程中,根据去除的污染物对象,曝气生物滤池一般分为 C 池、CN 池、DN 池。为了保证脱氮效果,一般需设置多级串联的生物滤池组合工艺^[4]。本项目主要为去除中水中的 COD 和氨氮,因此选择用 CN 池。设置曝气生物滤池 3 座,当 1 座进行反洗或检修时,由另外 2 座处理全部水量,单格曝气生物滤池的尺寸($B \times L \times H$)为 $5.3 \text{ m} \times 5.3 \text{ m} \times 6.6 \text{ m}$ 。曝气生物滤池的设计参数见表 3。

表 3 曝气生物滤池设计参数

Tab. 3 Design parameters of BAF

项 目	数 值
硝化负荷/($\text{kgNH}_3 - \text{N} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$)	0.40
COD 负荷/($\text{kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$)	2.0
填料层高度/m	3.5
承托层高度/m	0.3
配水室高度/m	1.3
清水区高度/m	1.0
滤头数量/(个 $\cdot \text{m}^{-2}$)	49
水反洗强度/($\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	8
气反洗强度/($\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	13

3.3 其他附属建构筑物

因本项目地处西北地区,冬季温度较低,为保证系统的稳定运行,机械搅拌澄清池、凝聚剂加药系统、絮凝剂加药系统、阻垢剂加药系统、曝气生物滤池及附属的设备均设在综合厂房内。回收水池及回收水泵房合建。

4 运行情况

该系统于2012年12月投入调试运行,萨拉齐镇污水处理厂也进入调试投产阶段,污水处理厂出水除COD、氨氮及SS外,均达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级标准。预处理系统实际进水指标低于设计指标,经过预处理后,各项出水指标均达到设计要求。

① 对COD的去除效果

2013年4、5月份试运行阶段系统对COD的处理效果如图2所示。正式稳定运行后,系统的平均进水COD在60 mg/L左右,过滤后出水COD为29 mg/L。

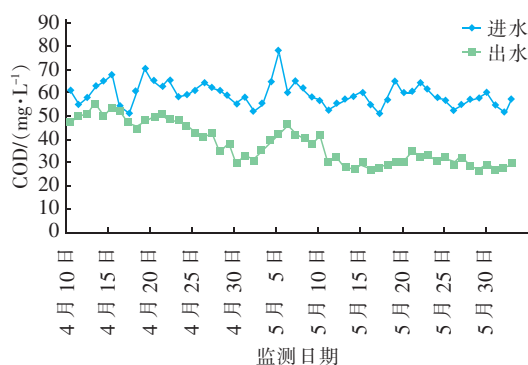


图2 系统对COD去除效果

Fig. 2 Removal effect of COD

② 对氨氮的去除效果

2013年4、5月份试运行阶段系统对氨氮的处理效果如图3所示。正式稳定运行后,系统的平均进水氨氮为20 mg/L,过滤出水氨氮 ≤ 5 mg/L。

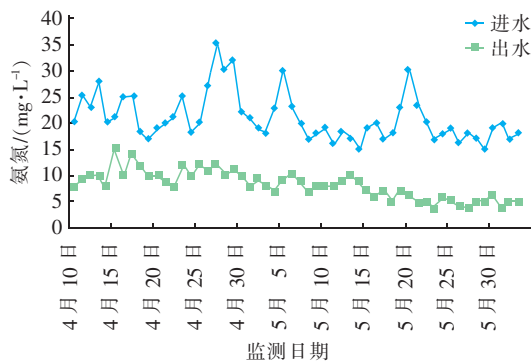


图3 系统对氨氮的去除效果

Fig. 3 Removal effect of ammonia nitrogen

③ 运行费用

主要运行费用包括人工费、电费、药剂费等,其他折旧、大修费用不计。具体见表4。

表4 运行费用测算

Tab. 4 Operating cost of reclaimed water treatment

项目	用量	单价	运行费用/(元·m ⁻³)
电	0.1 kW·h/m ³	0.5 元/(kW·h)	0.05
水	0.5 m ³ /h	5 元/m ³	0.01
PAC	30 mg/L	2 000 元/m ³	0.06
PAM	1 mg/L	20 000 元/m ³	0.02
人工	6 人	3 000 元/月	0.08
合计			0.22

5 结论

采用机械搅拌澄清池+曝气生物滤池工艺处理城市中水可以达到电厂工业用水和电厂脱盐电站原水水质指标,经过脱盐系统处理之后,可以作为电厂锅炉补给水,有效节约了自来水量,开辟了第二水源。

参考文献:

- [1] 李锐,何世德. 城市中水在电厂循环冷却水系统的应用与展望[J]. 环境科学与管理,2008,33(3):152-155.
- [2] 张国斌. 火力发电厂中水回用技术与应用前景[J]. 中国给水排水,2005,21(7):89-91.
- [3] 张洪江,杨云龙. 电厂中水回用工程设计与分析[J]. 电力科技与环保,2012,28(3):46-48.
- [4] 叶正芳,武荣成. 曝气生物滤池及其组合工艺在污水再生处理中的应用[J]. 水工业市场,2010,(8):17-20.



作者简介:刘立国(1982—),男,山东青岛人,硕士,工程师,主要从事市政给水、污水处理,工业废水回用水处理工程设计与施工管理工作。

E-mail:bjkj2008@163.com

收稿日期:2016-05-23