

城市中水回用于火电厂循环冷却水系统的应用研究

鲁欣南¹, 章春生²

(1. 浙江浙能长兴发电有限公司, 浙江湖州 313100;

2. 煤炭科学研究总院 杭州环保研究院, 浙江杭州 311201)

摘要: 火电厂循环冷却水系统利用中水水源实现城市中水大规模回用, 对缓解水资源短缺、减轻水体污染具有现实的意义。阐述了城市中水回用火电厂循环冷却水系统的现状、中水深度处理, 提出 ABFT+机械澄清池工艺弥补了传统深度处理工艺的不足, 介绍其原理、特点及成功应用实例。

关键词: 城市中水; 循环冷却; 火电厂; 深度处理

中图分类号: X703 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8759(2010)02-0042-03

URBAN RECLAIMED WATER REUSED IN CIRCULATING COOLING WATER SYSTEM IN POWER STATION FOR THE APPLIED RESEARCH

LU Xin-nan¹, ZHANG Chun-sheng²

(1. Zhejiang Zheneng Changxing Power Ltd, Huzhou 313100 China;

2. Hangzhou Environmental Protection Research Institute, CCRI, Hangzhou 311201, China)

Abstract: Circulating cooling water system of heat-engine plant utilize middle-water resource to actualize city middle-water reuse in larger-scale, have great meaning to alleviate water resource shortage and relieve water pollution. This article expounded the current situation of reusing circulating cooling water system of heat-engine plant by city middle-water system and the task of the middle-water depth of processing; brought forward ABFT + Mechanical Clarifier Process, and introduced its principle, characteristics, succeed examples and it's more advanced than traditional advanced treatment process.

Keywords: urban reclaimed water; circulating cooling water; heat-engine plant; advanced treatment

在我国, 水资源短缺和水污染加剧所造成的水危机已经成为 21 世纪最严峻的问题之一。火电厂是工业用水大户, 一座装机容量为 2×300 MW 的燃煤发电机组, 采用二次循环冷却方式时, 冷却用水量可达 $3.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 几乎占全厂总用水量的

70% 以上, 在当前竞价上网的严峻形势下, 尤其北方地区, 水资源短缺已经成为电力发展的瓶颈, 如何开源节流、寻求新水源及提高水的利用率是火电厂亟待解决的问题。而城市中水回用正是解决问题的重要途径之一, 其水量大且较稳定, 经深度处理后, 作为火电厂循环冷却水补充水源切

实可行,既符合国家节能减排、发展循环经济、建设资源节约型社会的宗旨,同时为电力行业的可持续发展拓展了空间,具有重要的社会、环境和经济效益。

1 概述

1.1 城市中水简介

城市中水是指生活污水、工业废水经过收集、处理后达到一定水质标准,在一定范围内可以重复利用的非饮用水,其水质介于污水与自来水之间。我国回用于工业循环冷却水的中水分为两种,一种是企业自身排放的污水经过深度处理后回用于循环冷却水系统。另一种是城镇污水厂二级生物处理排放水再经过深度处理回用至企业循环冷却水系统,这种集中式处理避免了企业二次投资。

1.2 回用现状

目前我国城市中水的开发及回用仍处于起步阶段,北方地区由于取水困难城市中水回用发展较快,如2006年7月建成投产的甘肃张掖电厂一期2#机组,在我国西北地区率先利用城市污水厂出水,经深度处理工艺生产中水补充到循环冷却水系统;河北西柏坡发电有限责任公司三期扩建工程2台600 MW机组,机组冷却采用敞开式循环冷却系统,其中六号机组(循环水补充量为1200 m³/h)部分水源采用平山县污水处理厂排水深度处理后的中水^[1]。

而南方地区城市中水回用发展缓慢,环太湖流域水资源面临紧缺及严重污染,水体富营养化、蓝藻事故频发,相关职能部门一方面提高排入太湖废水排放标准,另一方面限制太湖流域相关企业取用新鲜水资源量,随着节能减排、循环经济政策逐渐深入,我国南方城市中水大规模回用将拉开帷幕。现在浙江浙能长兴发电有限公司一期30000 m³/d城市中水综合利用工程已经投产运行,采用长兴污水处理厂排水深度处理后补充3#、4#冷却塔系统,率先实现我国南方电厂城市中水的大规模回用,具有显著的示范意义。

2 深度处理的任务

城市污水有机物、微生物、化学药剂多,城市污水厂二级生化出水需要经过深度处理才能达到循环冷却水补充水标准(见表1)。

表1 再生水用作冷却水的水质标准

项目	直流	循环	污水厂排放标准(GB18918-2002)	
	冷却水	冷却水	一级 A	一级 B
SS/(mg·L ⁻¹)	30	-	10	20
浊度/NTU	-	5	-	-
色度/度	30	30	30	30
BOD ₅ /(mg·L ⁻¹)	30	10	10	20
COD _{Cr} /(mg·L ⁻¹)	-	60	50	80
Fe/(mg·L ⁻¹)	-	0.3	-	-
CL ⁻¹ /(mg·L ⁻¹)	250	250	100	100
总硬度(以CaCO ₃ 计)/(mg·L ⁻¹)	450	450	300	300
总碱度(以CaCO ₃ 计)/(mg·L ⁻¹)	350	350	300	300
氨氮(以N计)/(mg·L ⁻¹)	-	10*	5(8)	8(15)
总磷(以P计)/(mg·L ⁻¹)	-	1.0	0.5~1	1~1.5
溶解性总固体/(mg·L ⁻¹)	1000	1000	750	750
石油类/(mg·L ⁻¹)	-	1	1	3
粪大肠菌群/(个·L ⁻¹)	2000	2000	10 ³	10 ⁴
pH	6.5~9.0	6.5~8.5	6.0~9.0	6.0~9.0

注:*铜材换热器循环水氨氮为1.0 mg/L。

由表1可知,深度处理主要目标是进一步去除NH₃-N、P、有机物、悬浮物及杀灭病菌和病毒等,对于铜质换热器关键是降低NH₃-N污染因子,铵盐会引起铜质冷气管的严重腐蚀^[2]。

3 深度处理工艺

对比城镇污水处理厂出水排放标准及工业循环冷却水补水水质指标,污水处理厂出水不能满足火电厂循环冷却水系统补水水质要求,需要进一步深度处理。目前中水深度处理工艺如石灰混凝澄清过滤法、超滤反渗透法、MBR法等存在受原水水质影响、投资规模大、运行不稳定等问题^[3],如应用广泛的石灰混凝澄清过滤法存在出水氨氮超标腐蚀铜质管材等问题。浙江浙能长兴发电有限公司城市中水综合利用工程采用曝气生物流化池(ABFT)+机械澄清池工艺,投入运行以来,出水水质稳定,具有耐冲击负荷能力强,运行费用低等优点。

3.1 ABFT 工艺原理

在ABFT反应器中投加占曝气池有效容积的10%~25%的高效微生物载体,特效微生物大量附着并固定于其上,ABFT反应器实际上是综合传统活性污泥法与生物膜法优点的双生物反应器。各级ABFT反应器中,通过培养不同特效优势

菌种,提高目标污染物的降解效果;载体所生长的生物量最高可达10~18 g/L,成活后的微生物与载体的结合是采用键价结合的固定化技术,故结合力牢固,不易脱落,不易流失,高负载的生物量保证了ABFT反应器去除污染物的高效和稳定性;运行过程中每个载体内部都存在着良好的好氧、缺氧、厌氧环境,使其内部形成无数个微型的硝化—反硝化反应器,故而造成在同一个反应器中同时发生厌氧氨氧化、硝化和反硝化联合作用,有力地保证了氨氮、有机物等的高效去除。

3.2 工艺特点

(1)占地面积小、基建投资省、能耗低、易维护、运行成本低。

(2)调节、控制、运行操作方便,人员配置较少,减少吨水人工成本。

(3)对低营养、低负荷水质污染因子有进一步的降解效果。

(4)处理出水质量好,运行安全可靠,可达到循环冷却水水质标准或生活杂用水水质标准。

(5)污泥产量较少,对环境不会带来二次污染。

(6)抗冲击能力强,受气候、水量和水质变化影响小,并可间歇运行。

(7)系统衔接性能好,可充分利用原有构筑物,减少投资成本。

3.3 工程应用

浙江浙能长兴发电有限公司城市中水综合利用工程对长兴县污水处理厂一级B排放水进行深度处理补充循环冷却水系统,采用ABFT+机械搅拌澄清池工艺,运行出水主要指标优于循环冷却水回用标准。

工程规模:一期30 000 m³/d。

项目建设地点:提升泵房位于长兴污水处理厂排放口附近,深度处理工程在浙能长兴发电有

限公司厂区内。

性质:新建

出水用途:全部回用于循环冷却水系统。

运行情况:项目于2009年8月投产以来,运行稳定、水质完全达标,具体见表2。

表2 出水水质情况

项目	设计指标	平均运行指标
NH ₃ -N/(mg·L ⁻¹)	≤1.0	0.45
COD _{Cr} /(mg·L ⁻¹)	≤20	9.5
BOD ₅ /(mg·L ⁻¹)	≤5	3.8
P/(mg·L ⁻¹)	≤0.5	0.3
pH	6.5~8.5	6.5~7.0

4 结语

城市中水回用、实现污水资源化是缓解水资源短缺、减轻水体污染的有效途径,而火电厂循环冷却系统采用城市中水、实现中水大规模回用具有伟大而现实的意义。中水回用于火电厂循环冷却水系统,不仅节省了新鲜水资源用量,而且减轻了污水直接排放对自然水体的污染,具有良好的社会、环境和经济效益。

随着国家节能减排、发展循环经济、走可持续发展道路政策不断深入,中水处理技术的日趋成熟,城市中水回用将成为电厂循环冷却水系统的应用趋势。

参考文献:

- [1]张英然.中水的深度处理及其在电厂循环冷却水中的应用[J].河北电力技术,2009.6.
- [2]吴喜军等.火电厂循环冷却水中铵态氮对铜设备的腐蚀研究[J].翰林学院学报,2009.7.
- [3]李锐,何世德等.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,2008.3.