

城市中水采用ABFT工艺深度处理试验研究

张锡根

(浙江浙能长兴发电有限公司, 浙江湖州 313100)

摘要:城市中水综合利用是保护水资源的有效途径,直接回用作电厂循环冷却水,不能满足水质标准要求。为实现中水回用,节约水资源,针对市政污水处理厂中水水质情况,采用曝气生物流化池工艺(ABFT)进行了深度处理试验研究,为验证水温、水质波动对ABFT出水影响,在秋、冬季分别进行了中试试验和相应干预试验。结果表明ABFT工艺受水温、水质波动影响小,对城市中水主要污染物 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 COD_{Cr} 去除效果显著,出水平均 $\text{NH}_3\text{-N} \leq 1.0\text{mg/L}$,平均 $\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 20.0\text{mg/L}$,出水水质满足热电厂循环冷却水质要求。

关键词:中水;冷却水;ABFT;菌种;电厂

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2010)03-0024-04

URBAN RECLAIMED WATER COMPREHENSIVE UTILIZATION IS THE EFFICIENT PATH TO PROTECT THE WATER RESOURCES

ZHANG Xi - gen

(Zhejiang Zheneng Changxing Power Co., Ltd, Huzhou 313100, China)

Abstract: The experiment study of advanced treatment using ABFT process to urban reclaimed water. Urban reclaimed water is can't directly used as circulating cooling water in Power Station, because that went beyond Circulating Cooling Water quality standard. For achieving water reused and protecting water resources, Aerated Biological Fluidized filter was conducted for in-depth treatment of research to urban reclaimed water in the essay. In autumn and winter the medium experiment and manual intervention experiment was carried out for Confirmation influence of water temperature and water quality's fluctuation to water effluent. The actual results showed that removal effect of the main pollutants of the project on $\text{NH}_3\text{-N}$, COD_{Cr} is remarkable and stable, and the water quality of effluent average $\text{NH}_3\text{-N} \leq 1.0\text{mg/L}$, the average $\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 30\text{mg/L}$, and satisfies circulating cooling water quality requests in the power plant.

Keywords: reclaimed water; circulating cooling water; ABFT; fungus seed; the Power Station

当前,水资源问题已经严重影响社会、经济发展,以城市中水综合利用为主的污水资源化是保护水资源和使水资源增值的有效途径,同时也能大大地缓解我国水资源的紧缺。近年来环太湖流域水资源面临紧缺和污染严重,浙江浙能长兴发

电有限公司位于太湖西南,水源水质的恶化已经严重影响长兴电厂的用水安全,拟采用城市中水经深度处理回用于电厂循环冷却水补充水水源,实现水资源综合利用。

循环冷却水的补充水源由河水改为污水处理厂出水后,所面临的最大问题将是循环水氨浓度的控制,氨对凝汽器铜管具有较强的腐蚀作用,因

此必须有效地予以去除。曝气生物流化池(简称ABFT)工艺是近年新兴的一种生化法去除氨氮的污水处理技术,具有高负荷率、处理效果稳定、运行成本较低等优点,其独特微生物固定技术能有效降解废水的氨氮和有机物,并对其他水质指标有进一步的去除效果。本文在07年秋、冬季分别进行中水处理模拟试验基础上,结合干预实验,分析了ABFT工艺对中水回用冷却水技术的可行性,为实现废水资源化探寻一条可行之路。

1 中水来源、水质及冷却水水质标准

本试验中水采用长兴电厂拟用中水水源——长兴城市污水处理厂出水,出水水质及冷却水水质标准见下表1。

表1 中水水质及冷却水水质标准

监测项目	污水处理厂出水	循环冷却水系统
	设计指标	补充水
pH/(mg·L ⁻¹)	6~9	6.5~8.5
SS/(mg·L ⁻¹)	≤20	≤20
BOD ₅ /(mg·L ⁻¹)	≤20	≤10
COD _{Cr} /(mg·L ⁻¹)	≤60	≤60*
NH ₃ -N/(mg·L ⁻¹)	≤15	<1
浊度	≤40	≤5
磷酸盐 磷酸盐/(mg·L ⁻¹)	≤1.5	≤1
溶解固形物/(mg·L ⁻¹)	≤750	≤1000
氯离子/(mg·L ⁻¹)	≤100	≤300

注:①水温:夏季最高为25℃,冬季最低为8℃,平均水温15℃。

②循环冷却水补充水COD_{Cr}≤60 mg/L,为确保电厂用水安全,提高回用率,中试试验设计出水COD_{Cr}≤20 mg/L。

由上表可见,污水处理厂出水即深度处理ABFT系统进水指标中NH₃-N、COD_{Cr}、BOD₅、磷酸盐超出中水回用标准,其中NH₃-N、COD_{Cr}超出标准较多,因此本工程主要研究如何深度降解废水中的NH₃-N、COD_{Cr},并进一步降低BOD₅、磷酸盐等其它水质指标,选择稳定、可靠的工艺进行市政污水深度处理,使出水满足电厂冷却水的水质要求。

2 中水深度处理工艺



图1 中试工艺流程

结合长兴电厂拟选中水水源地城市污水处理厂出水用泵抽取控制一定水量进入ABFT试验装置,生化处理后出水经絮凝沉淀后排出,监测出水指标是否满足电厂循环冷却水标准。在ABFT试验装置中,流化介质采用了NC-5ppi型专用生物载体,投加广谱性nitrobacteria-II高效菌种,该菌具有适应性强等优势,特别适应低碱度、低pH值的水环境。由于曝气生物流化池内微生物的内源呼吸进行得较充分,合成物质被进一步氧化,因而生化池内的污泥产生量极少,不单独设置排泥系统,沉淀区污泥通过污泥泵排出输送至污泥处理系统。

3 研究内容与结果

3.1 水温变化影响试验

影响硝化速率的主要因素有温度、pH、Do、有机负荷等,由于本处理系统主体工艺采用的是好氧生物法,进水是城市中水,BOD₅≤20 mg/L,pH在6~9之间,因此影响因素主要是温度。污水厂处理后出水年水温变化如下:夏季最高为25℃,冬季最低为8℃,平均水温15℃。为全面体现ABFT工艺受水温变化的实际运行效果,考察装置系统在常温及低温下的试验效果,本中试选在秋(9月)、冬(12月)两季分两阶段进行。由于进水水质主要是NH₃-N、COD_{Cr}超标,因此系统处理效果主要分析该两项指标(各10次)。净化效果见表2。

表2 城市中水综合利用工程中试效果

时间	进水平均浓度		出水平均浓度		水温/℃
	NH ₃ -N	COD _{Cr}	NH ₃ -N	COD _{Cr}	
	/(mg·L ⁻¹)	/(mg·L ⁻¹)	/(mg·L ⁻¹)	/(mg·L ⁻¹)	
9月	2.56	34.2	0.14	11.0	20~25
12月	5.14	44.0	0.35	15.6	8~15

从表2可见,ABFT工艺受水温变化影响小,出水水质均稳定达标。常温和低温条件下出水主要污染物NH₃-N平均浓度<1mg/L,COD_{Cr}平均浓度≤20mg/L,符合循环冷却水水质标准。

3.2 抗冲击负荷影响试验

考虑污水处理厂出水水质的阶段性波动,为了验证ABFT工艺对进水污染物变化影响的实际去除能力,对实验系统进行了进水污染浓度人为干预试验。干预试验通过分阶段掺入部分城市污水处理厂原污水,同时投加碳酸氢铵提高进水氨

氮，掺入比例以混合污水主要指标略低于设计进水指标(COD_{Cr} ≤ 60mg/L, NH₃-N ≤ 15mg/L)为准，人为逐渐提高系统进水 NH₃-N、COD_{Cr} 浓度，并使

ABFT 系统适应设计进水范围内的较高污染负荷，干预试验进、出水水质测定结果见图 2、图 3。

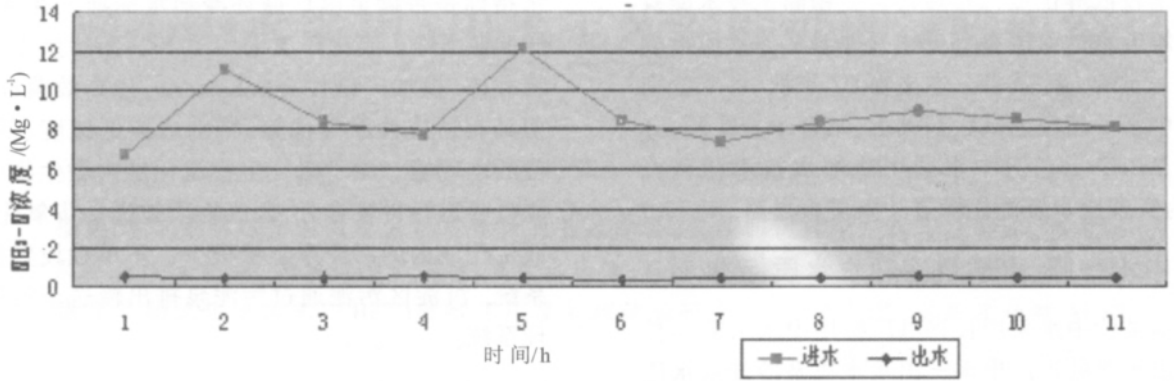


图 2 干预试验 NH₃-N 浓度净化效果

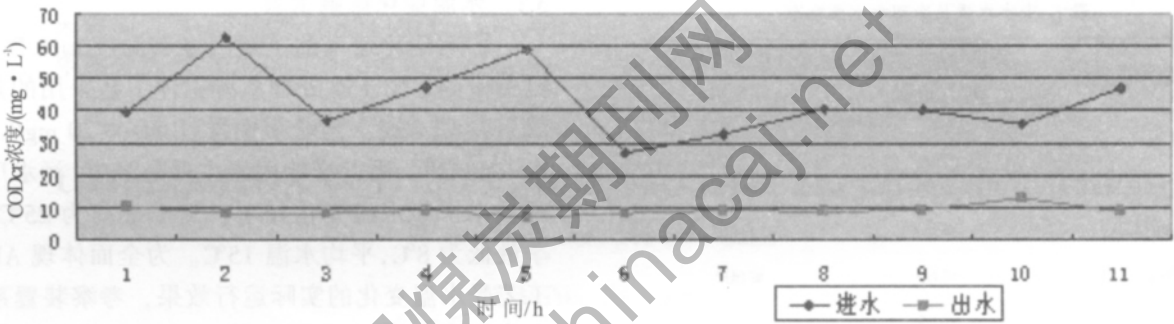


图 3 干预试验 COD_{Cr} 浓度净化效果

干预试验进水平均 pH7.58，出水平均 pH 6.56，适应高效菌种 pH 中性水质环境的要求。从处理效果看，出水水质稳定，进水主要污染物 NH₃-N 平均浓度 8.92mg/L, COD_{Cr} 平均浓度 40.04mg/L，出水主要污染物 NH₃-N ≤ 0.47mg/L, COD_{Cr} ≤ 12.87mg/L。说明 ABFT 系统抗冲击负荷能力强，运行安全可靠，对主要污染物 NH₃-N、COD_{Cr} 去除效果显著, NH₃-N 平均去除率 95%，COD_{Cr} 平均去除率 77%，完全满足电厂循环冷却水质标准。

3.3 中试试验水质全分析

系统处理效果测试实验期间，对 ABFT 实验装置进、出水抽样全检分析，详见下表 3。

从表 3 可以看出 ABFT 工艺系统去除废水 NH₃-N 效果显著，对其他各项水质指标也有进一步的净化效果，如进水 COD_{Cr} 浓度 14.2~28.41mg/L 时，出水仅 6.0~12.25 mg/L，而出水 BOD₅ 浓度低于 5.2 mg/L，总磷低于 0.02 mg/L。系统出水能够

表 3 ABFT 工艺深度处理进、出水全检分析

项目	07-12-18		07-12-19		07-12-22		08-1-14	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
碱度	36	72	36	72	84	24	144	28
硬度/(mg·L ⁻¹)	313	228	373	224	241	338	225	269
pH 值	6.42	6.71	6.44	6.63	6.82	6.68	7.12	7.04
电导率(25℃)	1118	874	1271	875	1122	863	1016	992
浊度/NTU	4.4	2.1	13.6	3.5	10.6	2.8	14.9	4.5
Cl ⁻ /(mg·L ⁻¹)	266	144	326	156	270	165	227	165
NH ₃ -N/(mg·L ⁻¹)	10.08	0.50	8.20	0.28	7.53	0.08	14.27	0.62
总磷/(mg·L ⁻¹)	0.2	0.02	0	0	0.02	0	0.4	0
BOD ₅	3.5	1.1	8.3	5.2	3.7	3.1	1.5	1.0
COD	14.2	7.12	28.41	12.25	1988	8.19	19.82	6.00
总溶解性固体	559	437	635	437	596	774	684	701

满足中水回用各项水质指标要求。

4 讨论

从城市中水采用 ABFT 工艺深度处理试验效果看，该工艺对中水回用冷却水的主要超标指标

氨氮具有显著的去除效果,出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 平均浓度 0.45mg/L (循环水标准 $\text{NH}_3\text{-N} \leq 1.0\text{mg/L}$), COD_{Cr} 、 BOD_5 等指标也均由不同程度下降,完全满足循环冷却水用水指标要求。同时,中试试验也说明该工艺的抗冲击负荷能力强,无需外加碳源及碱性营养液,受水温变化影响小,出水效果稳定。

城市中水综合利用工程的实施,将城市中水深度处理达标后补充热电厂循环冷却水系统,一方面与原河水净水处理系统相比,省去水资源费,具有较好的经济效益;另一方面减轻了对新鲜水资源的依赖,获得水质稳定、水量可靠的中水水

源,削减了 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 COD_{Cr} 等污染物排放量,既保证长电公司长期安全用水,也降低了污水处理厂排水对自然水体的污染,具有显著的经济效益、社会效益、环境效益。

参考文献

- [1] 张自杰,等.排水工程(下册)[M].北京:中国建筑工业出版社,1996.
- [2] 张自杰,等.环境工程手册水污染防治卷[M].北京,高等教育出版社,1996.
- [3] 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.

突破技术难题 实现自主创新

——煤炭科学研究总院杭州环保研究院承担的北方某煤矿矿井水处理工程得到业主的高度赞誉

北方某煤矿矿井水处理工程总投资 1 200 多万元,矿井水处理后主要作为该矿和工业园区工业用水。煤炭科学研究总院杭州环保研究院主要承担了可行性研究、初步设计、施工图设计、水处理设备配套、安装指导、系统调试和人员培训等工作内容。该工程自去年 12 月份竣工投产以来,一直运行稳定可靠,得到了业主的高度赞誉。研究院的科研人员在该工程项目中突破了多项技术难题,实现了自主创新。

(1)输水管路系统必须经过塌陷区,解决管路沉降难题。该矿矿井水排水口在工业广场主井附近,而矿井水处理厂需要建设在离主井约 3km 的风井附近。一方面需要在主井附近设置蓄水池和提升泵房,将矿井水提升到处理厂,另一方面还必需使处理后的部分矿井水自流到主井附近,作为井下工业用水。在主井至处理厂间需敷设两条管路,必须经过塌陷区,这种情况在国内很少见,设计和施工都具有相当大的难度。研究院科研人员经认真研究和分析了塌陷区的地质结构,提出了一套既经济又可靠的设计和施工方案,使这一技术难题最终得到了解决,实现了技术上的创新。

(2)主井附近提升泵房要求“无人值守”,解决

矿井水处理厂远程控制难题。该矿矿井水排放到地面后,需经过主井附近提升泵输送给风井附近的水处理厂,水处理厂要根据矿井水排水量、排水历时、水处理量进行自动监控,若采用传统的电缆来传输控制信号,传输的信号会有电压损失,不能实现远程控制。研究院科研人员,提出采用网络来实现现在矿井水处理厂远程控制的方案,不仅解决了水处理厂远程控制难题,实现了提升泵房“无人值守”的目标,而且还利用网络线传送语音信号,节约了工程投资。

(3)真正实现污染物“零”排放,彻底解决水处理厂产生的污泥问题。目前,煤矿矿井水净化处理过程中,产生大量的污泥,污泥中主要成份以煤粉、岩屑、粘土为主,矿井水处理厂污泥彻底处理是一大技术难题。该矿矿井水处理厂位于风井附近,地势低洼,不允许外排任何污水。研究院科研人员,根据现场实际情况,结合多年的矿井水处理研究成果和工程经验,通过研究分析,提出了一套新型矿井水处理厂污泥处理方案,使该矿矿井水处理厂真正实现污染物“零”排放,彻底解决了矿井水处理厂产生的污泥问题,实现了自主创新。