

# 沙角 C 电厂 废水回用工程实践

门艳林<sup>1</sup>, 李成云<sup>2</sup>

(1. 沙角 C 电厂, 广东 东莞 523936; 2. 苏州热工研究院, 江苏 苏州 215004)

**[摘要]** 沙角 C 电厂废水回用工程将生活污水、含油废水、含煤废水、锅炉排污水收集起来, 集中处理后回用于全厂杂用水系统, 并将化学除盐废水用于冲灰。废水处理工艺包括降温、除油、曝气、沉淀、澄清和杀菌, 所用设备自动化程度高, 运行安全可靠。废水经处理后, 各项指标均达到回用标准。废水回用工程投产后, 每年可节约新鲜水 170 万 t, 减少排放工业废水 188 万 t, 减少排放除盐废水 14 万 t, 经济、环境、社会效益显著。

**[关键词]** 火电厂; 废水处理; 废水回用; 节水; 沙角 C 电厂

**[中图分类号]** TM621.8

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1002-3364(2004)10-0084-03

沙角 C 电厂总装机容量为  $3 \times 660$  MW, 为保护环境, 该厂外排废水全部通过处理并达标排放。为进一步提高水的综合利用水平, 减少废水排放量, 电厂决定对全厂废水系统进行全面改造和优化, 实施废水回用工程。其目标是: 通过对废水的处理回用, 提高工业水的重复利用率, 最终实现不向环境排放废水或基本不排放。该工程投产后, 生水消耗量和废水排放量显著降低, 节约了大量的水资源, 保护了环境, 提高了运营效益。

于东引水污染严重, 化学除盐水和生活用水改为自来水作水源。在废水回用工程实施后, 回用水只作为全厂的杂用水水源, 不足部分由东引水补充。改造后电厂的用水状况见表 2。

废水回用工程由收集、回用系统和废水处理系统组成。前者通过泵和管道将位于电厂不同位置的废水收集到废水处理厂, 并将处理后的废水送至原生水预处理系统; 后者是对原废水处理厂进行改造, 对废水进行深度处理。

## 1 工程概况

### 1.1 技术方案

废水系统改造前废水的种类见表 1, 这些废水已经处理并达标排放。

废水系统改造的目的就是对表 1 中的可利用废水进行回收并深度处理, 对处理后的废水重新进行合理的利用。电厂原生水系统取自东引水, 经预处理系统处理后供应全厂杂用水、除盐用水和生活用水。后由

表 1 沙角 C 电厂废水排放状况

废水名称	备注
除盐再生中和废水	pH 中和后排放
锅炉排污及冷却废水	原废水厂絮凝沉淀后排放
燃料车间含煤废水	原废水厂絮凝沉淀后排放
生活废水	经生活污水站处理后排放
主厂房冲洗废水	原废水厂絮凝沉淀后排放
油区及车间含油废水	经隔油池后排放
煤场地面雨水	原废水厂絮凝沉淀后排放
空气预热器冲洗废水	原废水厂絮凝沉淀后排放
冲灰废水	冲灰水闭路循环(珠海水)

收稿日期: 2004-08-16

作者简介: 门艳林(1970-), 女, 理学学士, 化学工程师, 主要从事电厂化学工作。

表 2 改造后沙角 C 电厂全厂用水情况

名称	水源	备注
化学除盐用水	东江自来水厂	直接进除盐水系统
生活用水	东江自来水厂	
循环水	珠江入海口海水	采用直流一次冷却方式
冲灰水	海水和少量再生中和废水	
消防用水	杂用水系统	水取自过滤水池 <sup>①</sup>
空气压缩机系统用水	杂用水系统	水取自过滤水池
全厂绿化用水	杂用水系统	水取自过滤水池
主厂房冲洗用水	杂用水系统	水取自过滤水池
空气预热器冲洗用水	杂用水系统	水取自过滤水池
油库用水	杂用水系统	水取自过滤水池
输煤系统用水	杂用水系统	水取自过滤水池
炉底灰系统用水	杂用水系统	水取自过滤水池
其它用水	杂用水系统	水取自过滤水池
杂用水系统	回用水和东引水	经预处理系统处理后送到过滤水池

①过滤水池位于图 1 所示的生水预处理系统中。

## 1.2 收集与回用系统

收集与回用系统包括以下几部分:

(1)化学除盐废水回收系统 新建一条管路,采用孔网钢塑管,将化学除盐废水改送到低压冲灰水前池,与原冲灰海水混合后用于冲灰。

(2)生活污水收集系统 新建一条管路,将原生活污水站处理后的生活污水送至锅炉废水池。

(3)含油废水收集系统 新建一条管路,将原含油废水处理站出水改送至锅炉废水池。

(4)含煤废水收集系统 新建一条管路,将原输送含煤废水的管道改至新建的煤场沉淀池。

(5)清水回用系统 新建一条管路,用于将废水处理厂合格出水送至生水预处理系统的反应池。

## 1.3 废水处理系统

废水处理系统工艺流程见图 1。

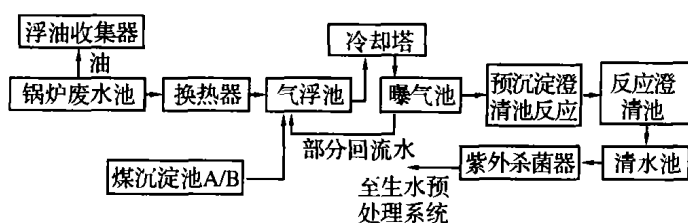


图 1 废水处理系统工艺流程

废水处理主系统处理工艺为换热器降温、气浮、冷却塔降温、曝气、澄清、消毒杀菌。辅助系统用于对含

煤废水进行沉淀处理,经处理的废水送至气浮池。

废水系统所有设备由 3 个集中电气控制柜控制,电气柜置于原废水处理厂电气房。系统具有多地操作功能,即就地手动操作、控制柜集中操作、PLC 编程自动控制、远程上位机操作(该工程只实现接入 PLC,预留上位机改造接口)。主泵根据超声波液位计测得的液位变频运行;气浮池所加絮凝剂根据水量大小按比例自动投加;在清水池设置温度、pH、浊度在线仪表,在异常情况下,当水质指标超过回用标准时,废水自动排放。为保证设备运行安全,集中控制柜设备的电源分由 A、B 两路供给。

## 2 废水处理主要工艺及参数

废水处理厂的设计出力为 200 m<sup>3</sup>/h,工程投产后,废水处理厂出水水质见表 3。参考国家相关标准,并考虑沙角 C 厂的实际情况,确定的水质回用标准为:pH6.5~9.0,悬浮物<10 mg/L,COD<sub>Cr</sub><40 mg/L,油<2.0 mg/L,水温<35℃。由表 3 可见,出水水质达到了回用标准。

表 3 废水回用工程投运后平均水质  
(2004 年 6 月 29 日~2004 年 7 月 6 日)

水样名称	温度/ ℃	pH	浊度/ NTU	悬浮物/ mg·L <sup>-1</sup>	含油量/ mg·L <sup>-1</sup>	COD <sub>Cr</sub> / mg·L <sup>-1</sup>
气浮 A 出水 <sup>①</sup>	35.1	7.9	1.5	4.0	1.4	32.8
气浮 B 出水 <sup>①</sup>	34.1	7.8	1.5	6.4	2.0	34.1
反应澄清池出水	34.0	7.7	2.4	8.0	0.0	27.8

① 测量温度的水样取自冷却塔出水。

### 2.1 废水降温工艺

废水降温采用二级降温工艺。锅炉废水池用来收集锅炉排污水、含油废水、生活污水及部分地面冲洗水,为全地下钢混结构,有效容积 1 884 m<sup>3</sup>。在机组正常运行(无机组大小修、酸洗)时调节容量的时间为 13 h。该池水温约 70℃,要达到废水回用的要求,出水水温必须低于 35℃。

(1)一级降温采用水-水固定管板式换热器,冷却水(海水)流量(500~600)m<sup>3</sup>/h,热废水流量(140~200)m<sup>3</sup>/h,出水水温低于 55℃。

(2)二级降温采用强制冷却塔,每台出力 150 m<sup>3</sup>/h,分别由二级提升泵给水,进塔水温 50℃~55℃,出塔水温小于 35℃。

(3)经过曝气池 10 h 的曝气和澄清池约 5 h 的停

留,自然冷却使水温下降 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。

## 2.2 废水除油工艺

对废水中油的去除采用二级除油工艺。

(1) 一级除油工艺用来去除非乳化状态的油。油罐区含油废水收集至原地下油水分离器,利用水和油的比重差去除呈漂浮状态的油,除油后的废水送到锅炉废水池。另有车间产生的含油废水,通过下水道流入锅炉废水池,含少量油分的生活污水,也收集到锅炉废水池。在锅炉废水池中经过13 h的停留,废水中大部分未乳化态油会漂浮到水面,通过浮油收集器收集这部分废油。浮油收集器分水面部分和地面部分,水面部分是3套不锈钢浮筒,它们漂浮在水面上,吸收表层油水混合物并将其送到地面设备中;地面设备将油水分离,水重新流入锅炉废水池,油流入废油池中储存。浮油收集器收集表面浮油能力为 $500\text{ kg/h}$ ,收油含水率小于3%。

(2) 二级除油工艺采用气浮技术(部分回流溶气气浮法)处理废水中呈乳化态油和相对密度近于 $1\text{ g/cm}^3$ 的微小悬浮颗粒。2座气浮池由原废水站废水收集池改建,每座设计出力为 $100\text{ m}^3/\text{h}$ ,溶气回流比40%。每座气浮池配刮渣机1台。气浮工艺中,由气液混合水泵产生溶气水,该泵能够边吸水边吸气并将其混合,在水中制造 $(20\sim 30)\mu\text{m}$ 的气泡。每座气浮池使用1台尼可尼80SP-22气液混合泵,运行简单可靠。

## 2.3 废水除悬浮物工艺

对悬浮物的去除贯穿整个工艺流程。

高悬浮物含量的废水主要包括煤场喷淋水、输煤皮带冲洗水和地面环卫冲洗水以及煤场雨水。每升废水中悬浮物含量高达几百毫克。

含煤废水先经沉淀去除大部分大颗粒悬浮物,再送到气浮池中除去相对密度近于 $1\text{ g/cm}^3$ 的微小悬浮颗粒,最后再经预沉淀澄清池和反应澄清池进一步去除剩余悬浮物。工程中新建2座沉淀池以沉淀含煤废水,出力共 $60\text{ m}^3/\text{h}$ ,水在池内停留时间5 h,表面负荷 $0.30\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。沉淀池为平流式,花墙布水,溢流

堰出水。经沉淀处理后,废水中悬浮物含量约为 $20\text{ mg/L}$ 。2座水力澄清池串联运行,水在池内停留时间2 h。

## 2.4 杀菌消毒工艺

废水处理的最后一道工序是消毒杀菌,以防止水中微生物的滋长和细菌的繁殖。消毒杀菌使用1台带自动清洗功能的紫外线杀菌器,出力 $200\text{ m}^3/\text{h}$ ,广谱杀菌,杀菌效果达99%以上。

## 3 效益分析

(1) 经济效益 废水回用工程投产后,每年可节约新鲜水(东引水) $170\text{ 万 t}$ ,减少排放工业废水 $188\text{ 万 t}$ ,减少排放除盐废水 $14\text{ 万 t}$ ,由此每年节省新鲜水及新鲜水预处理费 $119\text{ 万元}$ ,少交纳排污费 $20\text{ 万元}$ ,扣除废水回用工程较原废水处理多支出的年运行成本 $8.5\text{ 万元}$ ,年净经济效益为 $130.5\text{ 万元}$ 。该工程投资 $440\text{ 万元}$ ,预计3年半能收回成本。目前东莞地区的水质严重恶化,如果东引水的水质进一步恶化,全厂的其它用水必须改成东江水,而东江水的价格在 $1.55\text{ 元/t}$ ,远高于东引水,则废水回用工程产生的经济效益会更大。

(2) 环境和社会效益 由于节约了大量的淡水资源,减少了大量的废水排放,在淡水资源越来越宝贵、环境保护愈来愈受到公众关注的今天,废水回用工程产生的环境效益和社会效益显著。

## 4 结 论

(1) 沙角C电厂废水回用改造工程费用低,技术路线合理,既减少了新鲜水用量,又减少了废水排放,经济和社会效益显著。

(2) 废水处理工艺合理,技术先进,废水经处理后各项指标均达到回用标准。

(3) 废水处理设备集中控制,实现多地操作功能,系统可自动和手动运行,设备双电源供电,主要设备变频控制,运行安全可靠。