文章编号: 1008-9225(2005)04-0064-04

宜宾热源公司热电厂锅炉补给水处理工艺改造

蒋绍阶[a], 方志仿[b]
(重庆大学 a. 市政环境实验中心; b. 城市建设与环境工程学院, 重庆 400045)

摘 要: 分析了宜宾热源公司热电厂锅炉给水处理工艺的问题,指出因为原采用二级钠离子软化工艺水质不达标,造成频繁爆管,严重影响生产的不良后果.介绍了技术改造措施及效果:在原工艺基础上引入复床,将给水硬度控制在 2.0 μmol/L 以下,碱度、氯根及电导率也得到控制,系统运行将近一年,水质稳定,锅炉运行正常安全,不仅消除了以前的生产隐患,而且节约了大量运行成本.

关 键 词: 阴、阳床工艺;除 CO_2 器;锅炉补给水处理;硬度、电导率、碱度指标
中图分类号: TK 223.5+2 **文献标识码**: A

宜宾热源公司热电厂的两台 75 t/h 的循环流化床锅炉,其补给水系统为二级钠离子软化水系统,其出水水质的硬度指标低于 0.005 mmol/L[1].在宜宾热源公司热电厂投运两年后,大修检查水冷壁结垢严重,垢成分主要以氧化硅、氧化镁、氧化钙以及铁的氧化物组成.其中 1# 炉水冷壁管已出现频繁爆管,严重影响机组的正常、安全和稳定运行.从各取样点水样分析可以看出,电站补给水(软水、给水)的硬度、碱度 pH 值和电导率都很高,是导致炉水水质恶化的根本原因(炉水水值见表 1,另文中所有表格中的化验数据均由宜宾丝丽雅集团中心化验室提供),与 1# 和 2# 锅炉水冷壁管垢成分相吻合.

表 1 锅炉炉水的水质抽样统计

碱度/(mmol·L^{-1})	硬度/(mmol·L^{-1})	ρ(Cl$^-$)/(mg·L^{-1})	ρ(铁离子)/(mg·L^{-1})	pH	电导率/(μS·cm^{-1})
>30	0.002～0.007	>300	0.10～0.40	10.6～13.3	3 400～5 800

通过分析发现:该公司的锅炉给水直接采用锅炉补给水即这里的软化水,而通常的锅炉给水是由锅炉补给水和生产回水组成,生产回水主要是蒸汽做功后的凝结水,所以一般生产回水的纯度较高,充分利用生产回水可以大大减少补给水的耗量,降低成本,然而如果生产回水受到污染,就不宜回收作锅炉给水了[2],该公司的生产回水正是因此没有被回用.显然混有生产回水的锅炉给水比锅炉补给水要纯,根据火力发电锅炉的水汽质量标准,宜宾热源公司热电厂 3.82 MPa 的中压锅炉的锅炉给水的硬度指标应低于 2.0 μmol/L[2],这种标准二级钠离子软化工艺是很难满足的,因此必须对该厂锅炉补给水的软化工艺进行改造.改造后的软化水水质概况和水源水质概况表 2、表 3.

表 2 目前二级钠离子软化工艺的软化水水质概况

碱度/mmol·L^{-1})	硬度/mmol·L^{-1})	ρ(Cl^{-1})/(mg·L^{-1})	ρ(铁离子)/(mg·L^{-1})	电导率/(μS·cm^{-1})
2.20～2.55	0.002～0.005	>300	<0.04	220～330

表 3 水源(过滤水)水质概况

碱度/(mmol·L^{-1})	ρ(Cl$^-$)/(mg·L^{-1})	硬度/(mmol·L^{-1})	ρ(铁离子)/(mg·L^{-1})	pH	电导率/(μS·cm^{-1})
2.00～2.51	10.50～16.40	1.20～1.50	0.020～0.035	7.9～8.1	220～260

收稿日期: 2005-03-02
作者简介: 蒋绍阶(1956-),男,湖南祁阳人,重庆大学副教授.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1　水处理工艺的改造

1.1　改造概述

将现有二级钠离子软化工艺改造为一级复床离子交换除盐制水.将原有的三台钠离子软化器改为强酸阳离子交换器,三台二级钠离子软化器改为强碱阴离子交换器并联运行.不需要对其结构进行改造.一级钠离子交换器现装的是 001 ×7 强酸阳树脂,则不要更换;原二级钠离子交换器内的 001 ×7 强酸阳树脂需要更换为 201 ×7 强碱阴树脂.并在阳床和阴床之间增设两台鼓风除碳器,两个中间水箱和三台中间水泵.

1.2　改造后的工艺流程

改造后工艺的设备分布及流程如图 1.

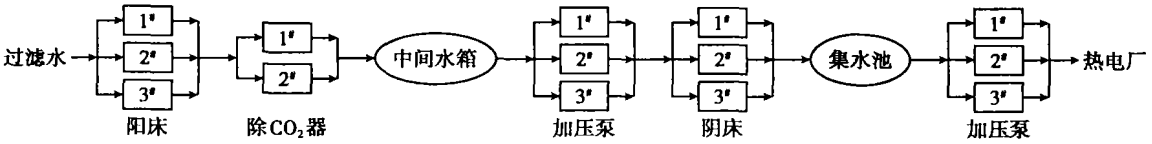

图 1　改造后水处理工艺的设备分布及流程图

1.3　改造后的整个系统的技术要求

1.3.1　系统中阴、阳床的再生

采用阴、阳床工艺后,原系统中的再生工艺及设备必须相应进行改造.阳床再生药品的质量分数是按 30 %工业盐酸(HCl)、阴床再生药品的质量分数是按 30 %工业烧碱(NaOH)设计的.阳床设计运行周期约 29 h;阴床设计运行周期约 21 h.

酸、碱药品均采用高位酸、碱储存备用.设置盐酸和氢氧化钠计量设备用于复床再生.再生工艺的流程图如图 2.

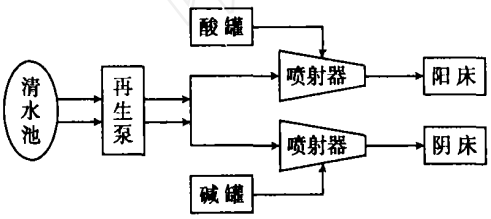

图 2　阴、阳床再生工艺流程图

1.3.2　改造后整个系统的运行控制

锅炉补给水处理系统采用并联运行,正常情况二列运行另一列备用.系统采用手动控制.一旦出现下列任一条件,阳床停运并再生:

(1) 出口 $\rho(Na^+)$ 超标;(生产要求控制在 50 μg/L 以下).

(2) 周期制水量达到设计值;(按设计流速运行 29 h).

一旦出现下列任一条件,阴床停运并再生:

(1) 阴床出口导电率超标;(生产控制在 5 μS/cm 以下).

(2) 周期制水量达到设定值;(按设计流速运行 21 h).

(3) 阴床出口二氧化硅超标.(生产控制在 50 μg/L 以下).

图 3 和图 4 分别为阳床和阴床在一个周期内的失效曲线.

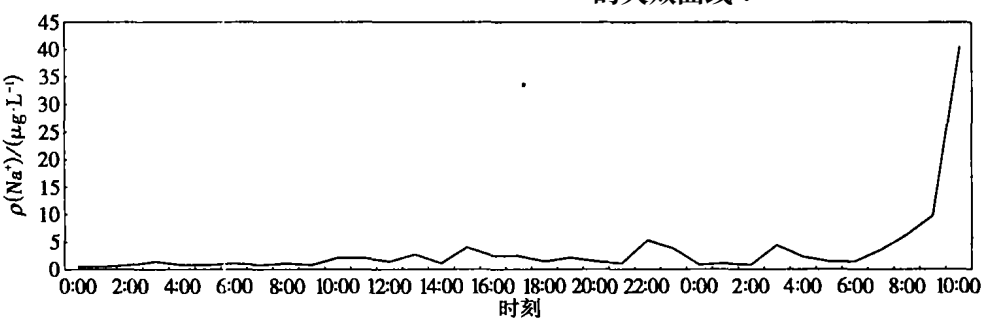

图 3　阳床在一个周期内的失效曲线图

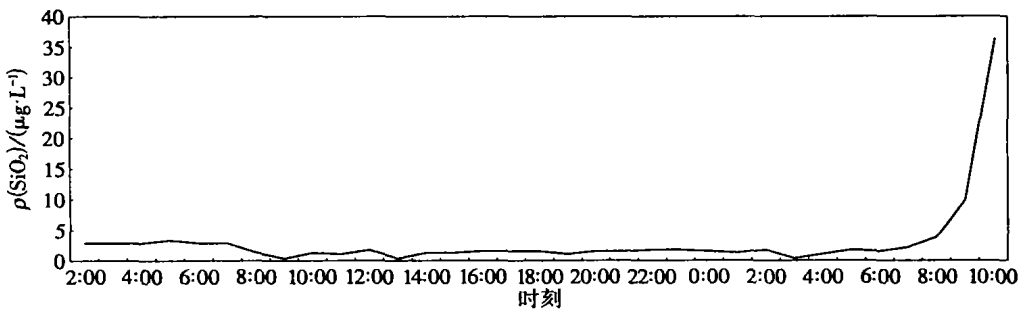

图 4　阴床在一个周期内的失效曲线图

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1.3.3 改造后系统中主要设备的技术说明

(1) 阴阳床 .阴、阳床仍采用原来的一、二级钠离子交换器的设备,内部的构造也没有发生变化 .装置如图 5 .

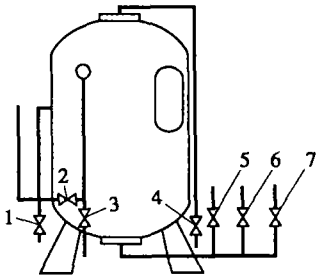

图 5 一、二级离子交换器

1 —中排阀;2 —进水阀;3 —排水阀;
4 —排气阀;5 —再生阀;6 —反洗阀;7 —出水阀 .

每台床体内径 2 500 mm,阴、阳床设计流速分别为 15.3 m/h 和 15.27 m/h,运行流速通过进水管上的流量计控制,进出水管上均装有压力指示,取样槽,人工及仪表取样接口等 .

(2) 除 CO_2 器(如图 6) .每台除 CO_2 器包括容器、风机和人孔 .

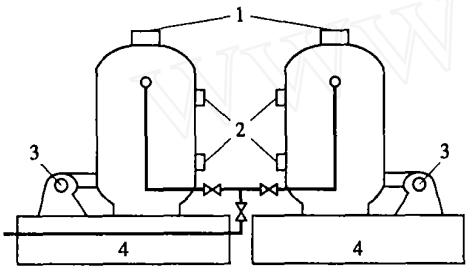

图 6 CO_2 去除器

1 —排气口;2 —入孔;3 —风机;4 —中间水箱 .

容器的内径 1 600 mm,内填空心塑料球,处理水量 60～120 m^3/h .除碳器里层为两层连续硫化橡胶衬里,衬里完整无针孔,并通过 15 000 V 电火花检验 .

除碳器的出水 CO_2 含量一般可降至 5 mg/L 以下(环境温度 > 20 ℃) .

(3) 中间水箱 .两台 30 m^3 的中间水箱也采用碳钢衬胶结构,中间水箱配备就地液位指示(带液位信号输出至控制系统) .

(4) 酸碱计量箱 .酸碱计量箱均为玻璃钢制柱形容器,箱体侧配进口磁翻板式液位计(带远传信号装置),并且在液位计的上下接口配衬胶隔膜阀 .酸计量箱容积 2 m^3,碱计量箱容积 1 m^3 .

(5) 酸碱喷射器 .两台喷射器用于按再生浓度输送酸、碱至阳、阴床,出口流量为 15～23.5 t/h .酸喷射器材质为玻璃钢,碱喷射器材质为环氧玻璃钢 .

各设备的连接部件均采用内衬塑 .

1.3.4 工艺改造的成本核算

工艺改造后的新增设备及材料除 CO_2 器 2 台、中间水箱 2 个,中间水泵 3 台,化学在线仪表和台式仪表各 3 台、201 ×7 阴树脂 35 t、床体石英砂填料 85.6 t,另外,各设备间的连接管道加衬塑 .

整个工艺改造中发生的费用,中间设备 42 万元、管道衬胶 7 万元、设计费用 10 万元、各种阀门 2.78 万元、石英沙 4.610 6 万元、树脂 62.825 万元、仪表 10 万元,其他辅助材料为 3.012 59 万元,总计约 142.3 万元 .加上部分安装费用,总计不超过 160 万元 .

1.4 工艺改造后的水质情况

工艺流程后出水水质和炉水水质如表 4,表 5 .

表 4 工艺改造后的出水水质概况

碱度/(mmol·L^{-1})	硬度/(mmol·L^{-1})	$\rho(Cl^-)$/(mg·L^{-1})	铁(mg/l)	电导率/(μS·cm^{-1})	$\rho(SiO_2)$/(mg·L^{-1})
0.06～0.14	0.000 6～0.002	2.0～4.0	< 0.02	< 5 *	< 40 *

注:电导率在运行初期控制在 10 μS/cm 以下,运行一个多月以后,出于对生产的安全考虑,逐渐将该指标控制在 5μS/cm 以下;因为阴床的失效主要通过 SiO_2 含量来测定,实际运行中出水中 SiO_2 含量上升较快(见图 3、图 4),所以生产中控制的 SiO_2 含量一般要低于 40 μg/L 就要开始再生了 .

表 5 工艺改造后炉水水质情况

碱度/(mmol·L^{-1})	硬度/(mmol·L^{-1})	$\rho(Cl^-)$/(mg·L^{-1})	铁(mg/l)	pH 值	电导率/(μS·cm^{-1})
0.40～0.55	0.001～0.004	2.1～4.0	< 0.06	9.0～10.5	80～200

比较前后锅炉补给水和炉水水质变化,电导率、Cl^- 和碱度显著下降,硬度指标也得到了控制,达到了设计要求 .

2 结 论

原来的设计要求锅炉补给水的出水硬度在 30 μmo/L 以下,所以二级钠离子软化工艺完全能够满足要求[3],但这种出水若直接用于锅炉给水,硬度、碱度、电导率和 pH 值等都明显偏高,在锅炉运行的过程中造成水冷壁易结垢,出现频繁爆管,严重影响机组的正常运行,以前每次爆管损失约 26 万元,每年清洗费用约 93 万元 .此次技术

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

改造,从生产实际和经济效益出发,在原工艺基础上稍加改造,引入复床工艺,出水水质得到明显改观,从 2004 年 2 月运行至今,出水电导率(DD) < 10.0 μS/cm, SiO_2 指标也在 100 μg/L 以下,更重要的是硬度指标控制在了 2.0 μmol/L 以下,满足了中压锅炉的给水标准;从技改前后炉水水质比较,电导率和碱度明显降低,硬度指标也降低了,并且增加了对 SiO_2 指标的控制.

通过近一年的观察,锅炉运行正常、稳定.但本工艺在改造后出水的 pH 值仍无法控制,现预增设 pH 值调节设备,正在安装的氨水调节装置通过对工艺出水 pH 值的在线检测以控制氨水的投加量来改善给水的 pH 值.

参考文献:

[1] 唐受印,戴友芝.水处理工程师手册[K].北京:化学工业出版社, 2004.

[2] 周英,赵欣刚.锅炉水处理实用技术培训教材[M].北京:地震出版社, 2002.6.

[3] 施燮钧,王蒙聚,肖作善.热力发电厂水处理(第三版)[M].北京:中国电力出版社, 1994.

Reformation of Treating Craftwork of Boiler Replenishing Water of Yibin Heat Source Company Thermo-Electric Plant

JIANG Shaojie[a], *FANG Zhifang*[b]

(a. Civicism and Environment Experiment Center; b. College of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China)

Abstract: Introduces the problems of two classes natrium ion intenerating technics of boiler water supplied treating technics in Yibin Heat Source Company Thermo-Electric Plant. Points out that the blowout of water pipe is because that the water quality is not up to the standards, which affect the production seriously. The adaptation measures of technology and the effect are introduced, which are, the double-bed technique is employed, the rigidity of the supplied water is controlled under 2.0 μmol/L, and the alkalinity, chlorin ion and conductivity are all controlled. It is proved that after one-year application, the water quality is stable, the boiler runs normally and safely. Not only the hidden danger in production is eliminated, but also the operating cost is reduced obviously.

Key words: negative-positive bed; CO_2 removing implement; boiler replenishing water; rigidity conductivity; alkalinity index

【责任编辑　张学娅】

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net