

混凝-澄清水处理过程的自控系统在电厂的应用研究

林永华,崔福义

(哈尔滨工业大学,黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要:简要介绍了流动电流混凝自控检测技术的原理及特点,并与传统的加药检测方法进行比较,分析了该新技术在原水预处理中混凝-澄清水处理过程的适用性和应用的经济性,主要论述了流动电流混凝投药技术在黑龙江富拉尔基电厂锅炉补给水预处理中的应用及其效果。

关键词:流动电流;混凝处理;锅炉补给水预处理

中图分类号:TK264.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-6339(2006)01-0091-03

Application Study on Automatic Control System of the Coagulating-Clarifying Water Treatment Course in the Power Plant

LIN Yong-hua, CUI Fu-yi

(Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

Abstract: The paper briefly introduces the principle and characteristic of the detection technique of the automatic control about streaming current coagulation, and compares with traditional adding medicine detection method. The paper analyses the suitability and economy of the coagulating-clarifying water treatment course by this new technology in the original water pretreatment, and mainly states the application and effectiveness of streaming current coagulation medication in the boiler feedwater pretreatment of Fulaerji power plant in Heilongjiang.

Key words: streaming current; coagulating treatment; boiler feedwater pretreatment

在火力发电厂中,水进入锅炉后,吸收燃料(煤、油或天然气)燃烧放出的热能,转变成蒸汽,导入汽轮机;在汽轮机中,蒸汽的热能转变成机械能;汽轮机带动发电机,将机械能转变成电能。所以锅炉和汽轮机为火力发电的主要设备。为了保证它们正常运行,对锅炉用水的质量有很严的要求,而且机组中蒸汽的参数越高,对其要求也越严。

火力发电厂的水汽的流动是呈循环状的,但在实际运行中总不免有些水量损失。为了维持发电厂热力系统的水汽循环运行正常,就要用水补充这些损失,这部分称为锅炉补给水。长期的实践使人们认识到,热力系统中水的质量,是影响发电厂热力设备(锅炉、汽轮机等)安全、经济运行的重要因素之

一。天然水含有多种有机和无机杂质,必须经过一系列的水处理过程,才能作为火力发电厂的锅炉补充水,而原水预处理过程中的混凝是整个水处理工艺系统中重要的过程,也是最难管理的一个环节,水处理效果的好坏首先取决于投药量是否及时、准确。但是,由于影响混凝效果的因素众多,并且频繁变化,要及时通过人工实现准确调节投药量极为困难,而各种传统的混凝投药控制方法,在混凝处理中长期应用表明,都存在投资大,可靠性低,滞后时间长、操作复杂等难以克服的缺点。因而国内外水处理研究工作者对混凝机理进行了大量的探讨,研究出了流动电流检测新技术^[1]。研制出的混凝自控仪因其混凝投药控制效果好,并具有良好的经济性,结合富拉尔基电厂原水水质情况,黑龙江富拉尔基电厂锅炉补给水预处理混凝投药改用了流动电流投药自控加药系统,这是黑龙江电力系统第一家使用这种新技术。

收稿日期 2005-12-04 修订稿日期 2005-12-19

作者简介:林永华(1964-),女,副教授。

崔福义(1958-),男,教授,博士生导师。

1 流动电流检测原理

流动电流的检测主要分为信号的采集和对采集的信号进行处理。

1.1 信号采集

流动电流的采集目前主要是采用往复运动活塞检测室。检测室的活塞由电机经偏心轮驱动产生直线往复运动,活塞在运动过程中剪切检测水样,促使检测水样在环形毛细管中往复流动并产生流动原始电流。位于检测室上、下两侧的电极收集此信号并传送到信号处理部分。为了减少检测水样对信号采集部分的污染,导致信号失真,必要的自动或手动清洗装置还是需要的。

1.2 信号处理

由检测室输出的原始信号及其微弱,在 $10^{-8} \sim 10^{-10}$ mA 数量级。同时由于信号是由活塞的往复运动产生,所以原始信号是一个具有一定频率的近似正弦波,必须对其进行适当处理。首先,必须对原始信号进行滤波和放大,将原始信号中的杂波和干扰进行过滤,然后将微弱的信号进行初级放大。由于仪表的最终输出信号是 $4 \sim 20$ mA,故需对信号做进一步放大调整、同步整流和灵敏度、滤波及零点调整等。最终输出和显示的就是所谓的流动电流检测值,相对的代表水中胶体的电荷特性,并可作为整套检测控制系统的控制参数。利用用户的 PLC 或计算机控制系统,根据以往的经验和本地原水的特性,综合考虑其他的影响因素,以流动电流作为主要控制因素建立控制模型,从而建立具体本地原水特征的控制系统。

2 流动电流检测法在线控制混凝过程系统

黑龙江富拉尔基电厂锅炉补给水混凝加药系统改造后的控制系统原理框图见图 1 所示。

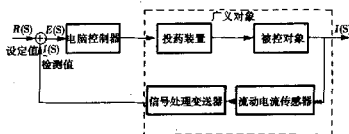


图 1 流动电流混凝投药系统结构框图

原水加药混合后经取样管送到流动电流检测器,流动电流检测器检出的信号(该信号只有 10^{-10} mA,经处理后变为标准信号)与反应混凝效果的本质参数 $-\zeta$ 电位成正比,因此,控制器可依据检测器输出的流动电流信号判断投药量的大小,若投药量偏多或偏少,工控机都将改变其输出的控制信号,去调节变频器的输出频率,进而改变加药泵的转速来调节投药量,直至投药量达到最佳值。

安装在药液池上面的超声波液位变送器实时检测药液的液位,并在显示器上显示,当药液低于设定值时,工控机发出报警信号通知操作人员及时配药。

泥渣层高度检测器利用光电效应,根据 Mie 氏理论,散色光光亮的大小与水样浊度大小成正比。将泥渣层高度信号转换为标准 $4 \sim 20$ mA 信号,并送入控制器实时检测澄清池的泥渣高度,当达到设定排泥高度时,控制器发出指令打开电动排泥阀,实现自动、及时、准确排泥^[2]。

温度检测器将澄清池的水温信号送到控制器,当温度超出设定范围时,出现报警信号,及时通知操作人员采取相应措施,可有效防止翻池。

连续浊度检测仪在线检测澄清池出水浊度,当出水浊度不合格时发出报警信号。通知操作人员采取相应的处理措施。

该系统主要由传感器、控制器和变频器调速系统组成。其中流动电流控制器是整个自动加药系统的核心,它由传感器、整流放大电路、输出显示等部分组成。其中传感器探头是流动电流控制器的检测中心。

流动电流传感器是由套筒、电极、活塞和活塞驱动装置等部件构成。当被测水样以一定的速度流过传感器时,在固液相界面(即在活塞—水样—套筒界面)上,由于固体表面物质的溶解或对溶液中离子的吸附而形成固液相界面的双电层,当套筒中的活塞在驱动装置的带动下往复运动时,迫使液体沿筒和活塞表面流动,并带动双电层的扩散层一起运动,而产生电流,这一电流可从安装在套筒中的两电极检出。当传感器的活塞和套筒几何尺寸确定后,水样中浊度的含量及混凝剂的含量决定了流动电流的幅度。流动电流传感器产生的流动电流信号,经信号放大板放大转换为 $4 \sim 20$ mA 信号送至工控机,该信号与混凝剂的投加量成正比。

泥渣层传感器是由光源、测量槽、光电信号转换及信号处理电路等部件构成。水样经取样环节进入测量槽,连续流入测量槽的水样,将由测量槽顶端溢流,然后从测量槽出口流出。测量槽顶端经特别设计,能使溢流水经常保持稳定,并通过稳流器测定稳定合适的流量,形成微波极小的稳定水面。从光源射入水面的光束,将因水样中所含的悬浮颗粒而发生散射,并被光电池转换为电信号,经信号放大、标准信号变换产生与被测水样浊度对应的 $4 \sim 20$ mA 标准信号^[3]。

3 传统投加工艺和流动电流检测法控制工艺比较

富拉尔基电厂对传统投加工艺进行了改造,通过改造前后及新老并列运行的工艺进行了生产实践比较。

表1 #2、#4澄清池出水浊度的对比

日期	#2澄清池 出水, mg/l	#4澄清池 出水, mg/l	浊度降低, %
2002-09-06	4.73	2.00	57.72
2002-09-08	6.01	1.45	75.87
2002-09-09	9.01	2.06	77.14
2002-09-10	8.92	4.02	54.93
2002-09-11	6.38	2.95	53.76
2002-09-13	5.50	1.20	78.72
2002-09-16	6.56	4.75	27.59

表2 #2、#4澄清池除硅效果的对比

日期	江水胶硅, mg/l	#2澄清池 出水胶硅, mg/l	#4澄清池 出水胶硅, mg/l	#2澄清池 出水胶硅 去除率, %	#4澄清池 出水胶硅 去除率, %
2002-01	6.77	4.73	3.37	30.13	50.22
2002-02	8.90	3.48	2.28	60.89	74.38
2002-03	6.70	4.45	3.29	33.58	50.89
2002-04	6.76	3.05	2.23	54.88	67.01
2002-07	10.20	1.34	0.99	86.86	90.29
2002-08	23.78	4.65	3.40	80.44	85.70
2002-09	7.50	3.87	2.77	48.40	63.07
2002-10	5.68	3.56	2.44	37.32	57.04

表3 #2、#4澄清池去除水中有机物(COD)的对比

日期	江水 COD, mg/l	#2澄清池 出水 COD, mg/l	#4澄清池 出水 COD, mg/l	#2澄清池 COD去除 率, %	#4澄清池 COD去除 率, %
2002-01	5.18	4.66	3.38	10.04	34.75
2002-02	3.97	2.91	3.18	26.70	19.90
2002-03	2.92	2.52	2.36	13.70	19.18
2002-04	7.68	5.60	4.16	27.08	45.83
2002-07	6.97	—	2.89	—	58.53
2002-08	6.72	2.43	2.64	63.83	60.71
2002-09	5.48	2.64	2.75	51.82	49.82
2002-10	4.32	2.85	2.40	34.03	44.44

表4 #2、#4澄清池去除水中Fe的效果对比

日期	江水铁, mg/l	#2澄清池 出水铁, mg/l	#4澄清池 出水铁, mg/l	#2澄清池 铁去除率, %	#4澄清池 铁去除率, %
2002-01	1.642	1.232	0.768	24.97	53.20
2002-02	1.160	0.908	0.633	21.70	45.41
2002-03	1.714	1.654	1.606	3.50	6.30
2002-04	3.527	0.800	0.554	77.32	84.29
2002-07	1.812	—	1.384	—	23.62
2002-08	1.636	0.899	0.714	45.05	56.36
2002-09	1.698	0.621	0.612	63.42	63.95
2002-10	0.951	0.621	0.474	45.25	50.14

#2澄清池是传统加药, #4澄清池是自动加药。表1~表4对#2澄清池和#4澄清池进行了实际比较。表6对同一台澄清池改造前及改造后一年的运行情况进行了比较。

从表1~表4可以看出,改造后的澄清池比改造前的出水水质明显好转。从表1可知,出水浊度降低27.59%~78.72%;从表2可知,出水胶硅去除率提高3.43%~20.09%;从表3可知,出水COD去除率提高5.48%~28.23%;从表4可知,出水铁的去除率提高0.53%~28.23%。

从表5、表6可以看出,改造后混凝剂用量大幅度降低,降幅在31.02%~44.50%之间。而且对后阶段处理的酸碱耗也有一定影响,降幅在10%左右,这样,降低了制水的成本。

表5 混凝剂用量对比

时间	#2澄清池用量, mg/l	#4澄清池用量, mg/l	节省药耗比较
Jan-02	70.51	48.64	31.02
Feb-02	69.82	45.82	34.37
Mar-02	71.63	46.83	34.62
Apr-02	68.64	46.30	32.54
May-02	73.37	45.94	37.39
Jun-02	72.91	47.32	35.10
Jul-02	70.64	48.27	31.67
Aug-02	74.52	49.18	34.00
Sep-02	79.66	48.71	38.85
Oct-02	78.97	46.92	32.05
Nov-02	77.51	43.13	44.36
Dec-02	77.26	45.38	41.26

表6 酸碱耗对比

时 间 (改造前)	酸耗, g/mol	碱耗, g/mol	时 间 (改造后)	酸耗, g/mol	碱耗, g/mol
Jan-00	107	100	Jan-02	97.1	92.8
Feb-00	105	110	Feb-02	101	100
Mar-00	116	110	Mar-02	102	97.6
Apr-00	114	105.9	Apr-02	100	96.5
May-00	109.5	98.3	May-02	100	96.5
Jun-00	89.9	95.4	Jun-02	87.4	89.2
Jul-00	100.6	99.9	Jul-02	90.5	86
Aug-00	93.7	91	Aug-02	87.5	79.7
Sep-00	79.3	78.4	Sep-02	75.4	60
Oct-00	83.8	94.3	Oct-02	83.1	88.1
Nov-00	104.7	102.2	Nov-02	98.5	100
Dec-00	108	121.2	Dec-02	104	113

4 结论

流动电流混凝投药自控系统在富拉尔基热电总厂运行两年以来,整套设备性能稳定,从各种监测数据和实际运行反映出它具有以下优点:

(1)能迅速反映水质、水量、浓度、流量等各项表观参数影响,并自动调节加药量,保证最佳的混凝效果,提高了水质保证率。

(2)由于能自动调节加药量,因而节省了混凝剂,提高了运行经济性。

(3)整套加药系统性能稳定可靠,运行操作简便。

(4)能减少污泥量,延长滤池冲洗周期,提高产水率,因而能提高经济效益。

(5)系统可靠性强,能防止人为误操作,实时监测欠投药、断药、管道堵塞和加药泵故障。

(6)两年的运行情况表明,该系统能实现自动调节加药量,保证了出水水质的要求,并能减少水中胶硅及铁离子的含量,降低了酸碱耗,降低了制水成本。

参考文献

- [1]崔福义,李圭白.流动电流混凝投药技术在我国的应用[J].中国给排水,1999,15(7):24~26.
- [2]崔福义,曲久辉,李虹,等.国产流动电流投药控制系统的基本性能与应用评价[J].中国给排水,1994,20(8):42~47.
- [3]曹勤.流动电流检测仪在混凝过程控制中的应用[J].工业水处理,2001-09,21(9):43~45.