

燃煤火力发电厂工业废水处理回用的研究与实施

姚建才 马维祥

(秦岭秦华发电有限责任公司, 华阴 714200)

1 前言

秦岭秦华发电有限责任公司(原秦岭发电厂)位于陕西省华阴市境内,总装机容量105万千瓦。其中秦华发电有限责任公司(原一期工程,在秦岭北麓大夫峪山谷中)装有2台12.5万千瓦机组,于七十年代初投入运行;秦岭发电有限责任公司二、三期工程,在陇海铁路北,开阔地段,装有4台20万千瓦机组,于八十年代中投入运行。

我公司地处大西北,干旱少雨,水资源十分紧缺,工业用水全部抽取深层水,井深180~200m,已打井64口,分布在50km²范围内,不仅占用大量土地,而且深井管线纵横,时有泄漏,和农民矛盾也常有发生。这些深井原设计出力140T/H·台,由于多年过度采用,形成深深的地下漏斗,水位下降30余m,出力仅80T/H·台,严重的缺水给工业生产和职工生活用水带来了很大的困难。

1995年,经测试,我公司一期外排工业废水130T/H,二、三期外排工业废水408T/H,冲灰水外排2500T/H,生活污水外排500T/H,合计3538T/H,这些废水是只用过一次就直接排入罗夫河中,使河流污染,水质恶化,企业本身也受到很大压力,一则供水困难,二则排污费逐年增加(按国家规定每年递增5%)。另根据国家电力公司规定,参照国外火电厂情况,国内标准定为:百万千瓦火力发电厂纯消耗水量应<1.0m³/s。而我公司实际消耗水量为1.46m³/s,相比之下,差距甚大,看来不搞水的处理、重复利用是不行了。1995年国家电力公司(原国家电力部)经过考察筛选,将秦岭发电厂的厂区工业废水处理回用

400T/H,冲灰水处理回用1200T/H,循环水循环倍率由1.4提高到1.8,并加强水务管理,使全公司纯消耗水量降至0.99m³/s,统列为综合节水示范工程。

1997年4月陕西省人民政府在陕政发[1997]13号文件中将此列入全省境内160个限期治理基础上中,可行性方案报到省环保局,得到省环保局的大力支持,从上缴的排污费拿出900万元予以补助。

由于火电厂生产车间多,有锅炉分场、汽轮机分场、机修分场、热处理车间、热工仪表分场、化学水处理车间、化学分析室、油库、油分析室、变电电容器室、蓄电池室等,因此排水成份十分复杂。

对这样的废水处理,达标排放容易,但要达到回用补充水塔工业用水水质要求,其难度是比较大的。本企业工业补充水全部是深井水。亦即现在要用处理后的废水代替深井水。对火电厂循环补充水水质,主要考虑凝汽器管材的腐蚀及结垢,《火力发电厂凝汽器管材选材导则》中规定,对于HS70-1A铜管,溶解固形物<1000mg/l,Cl⁻<150mg/l。本工程重点考核3个指标:悬浮物<10mg/l,油<0.5mg/l,pH<8.5即可满足上述要求。

该项工程2000年7月已竣工,9月进入调试阶段,2001年2月13日由陕西省环境保护局、陕西省电力公司组织50多名专家进行了验收。认为设计合理,运行良好,水质合格,达到了火电厂补充水水质要求。目前已投入系统运行,废水站总共21人,24小时运行,纳入正常生产管理。

2 厂区工业废水处理回用情况

(1) 格栅——去除树叶等杂物。

(2) 集水池和污水提升泵——工业废水经格栅进入集水池,容积 67m³,设 3 台潜水泵,每台出力 250T/H,型号 WQ250-17-22。

(3) 予沉调节隔油池——其作用是去除水中大颗粒杂质,均衡来水水质和隔油,池底泥渣通过底部排泥管排入污泥池,表面浮油通过集油管也排入污泥池,池容积 1015m³,表面负荷率 1.43m³/m²·h。

(4) 经予沉调节隔油废水由泵打至机械加速澄清池入口,设 3 台污水泵,每台出力 250T/H,型号 200WL250-17-22。

(5) 絮凝剂及加药系统——絮凝剂溶解在水中后,发生电离,生成正负带电离子,水中的悬浮物、杂质在电荷的作用下发生吸附效应,团越抱越大,最后形成大块絮状的悬浮物。由于水质不同,絮凝剂的选择也不同,经过对 6 家产品试验,国家电力公司西安热工研究院能源水处理公司生产的絮凝剂品位高,达 30% (< 26% 即为 A 级产品),杂质少,针对性强,加药量调整到 40% mg/l,效果最

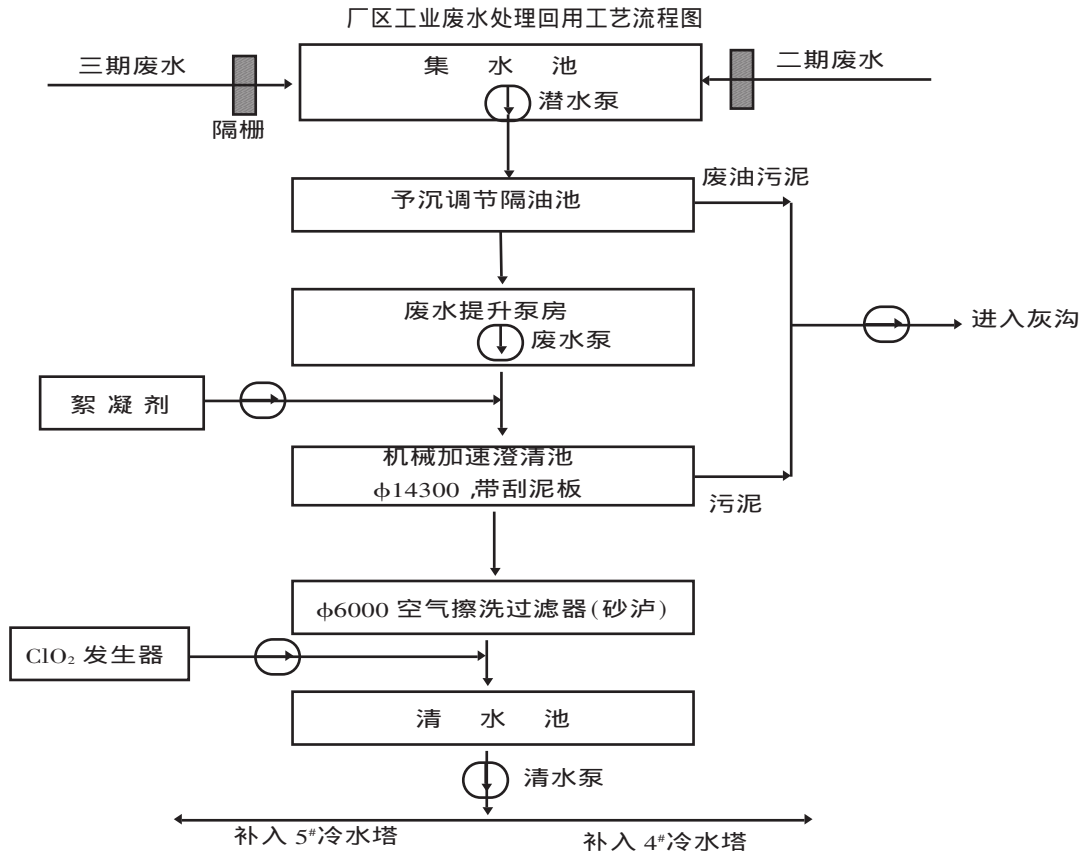
佳。采用活塞计量式加药泵,型号为:TZ250/1.6。

(6) 机械加速澄清池——该设备是决定絮凝反应的关键设备,直径 14.3m,池深 6m,总容积 677m³,设计出力 430T/H。数量一座,设计进水量按水量(430T/H)加 15% 自用水量计;上升流速 1.1mm/s,停留时间 1.5h;一、二反应室停留时间合计 30 分钟;二反应室上升流速 40-60mm/s;污泥回流缝流速(50-200mm/s);重力排泥 20.0kg/m²,含水率 98%。

(7) 空气擦洗重力式过滤器——经絮凝、澄清后的出水靠位差进入空气擦洗过滤器。本工程设两台直径 6m 的钢制重力过滤器,每台出力 230T/H,该过滤器装有进水伐、排水伐和空气伐等,设备底部装聚酯高强度长柄水帽,采用空气擦洗反应方式,反洗水由过滤器上部水箱供应,对水帽长度、缝隙、反洗强度均进行了计算,压缩空气由专门的罗茨风机供应,设备采用气动伐门,运行反洗自动操作。参数如下:

滤料:石英砂(粒度配比有规定)

滤层厚度:700mm;



运行周期 23H
 过滤速度 :正常 8m/h ,短期 10m/h ;
 反洗强度 :水 10 - 12l/m. s ,
 空气 8 - 16 l/m. s ;

该设备在国内最最大的,加工生产技术难度较大,经过五十多天设计,达到要求,由于体积大,均为现场组装焊接。研制、生产单位 :江苏省宜兴市八达炼水设备制造有限责任公司。

(8)消毒——为杀死细菌和微生物,对处理后的清水进行杀菌消毒处理。本工程采用电解工业食盐生成 ClO₂ (主要成份为 ClO₂) 综合广谱杀菌方案,加氯量设计值为 5mg/l。

(9)清水泵和清水池——清水池容积 848m³,装清水泵 3 台,型号 :ISG150 - 250,出力 200T/H,扬程 20m,清水打入水塔,循环使用。

(10)污泥池——予沉调节隔油池、机械加速澄清池的污泥全部排入污泥池、隔离的废油也排入该池,池容积 60m³,经过污泥泵将其打入灰渣沟,污泥泵型号 50YW25 - 32A = 25T/H, H = 32m, 2 台。

陕西省环境监测中心站于 2000 年 11 月对该废水处理站进行验收测试,验收执行《污水综合排放标准》(GB8978 - 1996)中一级标准,标准值见下表。

污水综合排放标准(GB8978 - 1996) 单位 mg/l(pH 除外)

污染物	一级标准	污染物	一级标准	污染物	一级标准
pH	6~9	挥发酚	0.5	总镉	0.1
COD _{Cr}	100	硫化物	1.0	总镍	1.0
BOD ₅	30	总铜	0.5	总汞	0.05
石油类	10	总铅	0.5	总砷	0.5
悬浮物	70	总锌	2.0	铬(六价)	0.5
氨氮	15	氟化物	10	总磷	0.5

废水经过预定工艺处理后,出水水质见下表。

废水处理站处理后出水水质 单位 mg/l(pH 除外)

序号	项 目	三日均值	序号	项 目	三日均值
1	pH	8.09	13	六价铬	0.002
2	COD _{Cr}	5.00	14	总 汞	0.02(μg/l)
3	BOD ₅	1.72	15	总 镉	0.0001
4	石油类	0.10	16	总 镍	0.02
5	悬浮物	2.5	17	氨 氮	0.099
6	挥发酚	0.001	18	硫酸盐	63.0
7	硫化物	0.50	19	矿化度	196
8	总硬度	149.61	20	总 磷	0.303
9	总 铜	0.01	21	大肠菌群	160(个/L)
10	总 铅	0.005	22	细菌总数	28(个/ml)
11	总 锌	0.051	23	钙	43.62
12	总 砷	0.009	24	氟化物	53.36

由此可见,经该工艺处理后的废水,不但达到国家一级排放标准,而且能满足火力发电厂补充水水质要求。各处理单元分析:工业废水处理站各处理单元对主要污染物去除效率统计见下表。

工业废水处理站各处理单元对主要污染物处理效率统计表

时间	项目	予沉调节隔油池			机械加速混凝池			机械加速混凝池出口-清水池出口			总去除率 (%)
		进口 (mg/l)	出口 (mg/l)	去除率 (%)	进口 (mg/l)	出口 (mg/l)	去除率 (%)	进口 (mg/l)	出口 (mg/l)	去除率 (%)	
2000年 11月16日	悬浮物	44.4	14.6	67.1	14.6	19.6	0	19.6	Y2.5	87.2	94.4
	石油类	3.18	1.21	61.9	1.21	0.94	22.3	0.94	0.10	89.4	96.9
	COD _{Cr}	55.7				13.5	75.8	13.5	5.0	63.0	91.0
2000年 11月17日	悬浮物	36.6	14.4	60.7	14.4	12.2	15.3	12.2	Y2.5	79.5	93.2
	石油类	3.67	1.92	47.7	1.92	1.27	33.9	1.27	0.14	89.0	96.2
	COD _{Cr}	58.7				12.8	78.2	12.8	5.00	60.9	91.5
2000年 11月18日	悬浮物	45.6	16.2	64.5	16.2	15.2	6.2	15.2	Y2.5	83.6	94.5
	石油类	3.25	1.52	53.2	1.52	0.87	42.8	0.87	0.06	93.1	98.2
	COD _{Cr}	39.1				12.1	69.1	12.1	5.00	58.7	87.2
三日均值	悬浮物	42.2	15.1	64.2	15.1	15.7	0	15.7	Y2.5	84.1	94.1
	石油类	3.37	1.55	54.0	1.55	1.03	33.5	1.03	0.10	90.3	97.0
	COD _{Cr}	51.2				12.8	75.0	12.8	5.00	60.1	90.2

由此可见,此处理工艺比较成熟,对污染物的去除率高,能保证出水水质。

3 经济效益分析

目前机组负荷小,平均处理量 200T/H。

(1)每年少缴排污费: $200T/H \times 8760H \times 0.05 \text{元}/T = 8.76 \text{万元}$ 。

(2)每年少缴水资源费: $200T/H \times 8760H \times 0.04 \text{元}/T = 7.008 \text{万元}$ 。

(3)减少由于排污水造成农民庄稼、蔬菜死亡污染赔偿费 4 万元。

(4)由于我公司取用水全部是深井水,最远的达 15km,井线长,征地、打井、维护、运行等费用,吨水成本 1.02 万元。而废水站投入运行后,折旧费、大修资金、运行电费、二氧化氯、絮凝剂、工资福利(21人)、维修费、管理费、其它费,折合处理,每吨成本 0.42 元/T。

总之,废水处理不但解决了环境污染问题,更节约了宝贵的淡水资源,同时,经济上也是合算的,通过 8 个月的运行,出水水质稳定,作为示范工程,达到了预期目的。

(第一作者简介 姚建才 46 岁,原任秦岭发电有限公司锅炉分厂主任,现任该公司科技环保处副处长。)