

望亭发电厂废水零排放工程实例

朱振飞

(华东电力设计院,上海 200063)

摘要:在详细介绍望亭发电厂老厂用水情况、电厂现有排水情况及现有废污水排水量和处理工艺的基础上,论述了正在实施的废水零排放(节水改造)工程的设计思路及废污水收集、处理与回用系统的工艺要求,可供类似工程设计中参考。

关键词:望亭发电厂;废水;零排放

中图分类号:X773.3 文献标识码:B 文章编号:1006-7647(2005)S2-0055-04

节约用水是我国一项长期的基本国策,水资源的不足,已成为我国经济发展的重要制约因素。望亭发电厂建厂至今已有 40 多年(现有装机容量 1240 MW),限于当时的社会经济发展水平及对水资源利用与保护认识的局限,电厂用水基本上是粗放型的,清浊混排,耗水量大,耗水指标达 0.457 m³/(s·GW)。此外,工业、生活废水也只进行简单的处理后,即通过厂区下水道排入附近水体,对受纳水体造成一定程度的污染。

合理用水、一水多用、废污水处理后回用对节约用水、保护水资源具有深远意义。根据上级有关部门的规划要求,同时为了满足日趋严格的环保要求及节约水资源,促进经济和环境的协调发展,中国华电集团公司决定在望亭发电厂实施废水零排放(节水改造)工程。通过技术改造,革新工艺,改变原有粗放型用水格局,分类收集各类排水,做到清浊分流,利于梯级使用及处理,同时以回用为目的,对废污水收集、处理系统进行改造,使电厂基本实现废污水零排放。

1 废污水排水情况

1.1 老厂现用水量情况

老厂现用水量见图 1(按夏季工况,单位 m³/h)。扣除发电厂生活区生活用水 100 m³/h,老厂 2×300 MW 燃煤机组(11 号、14 号机组)耗水量约为 988 m³/h,折算成耗水指标为 0.457 m³/(s·GW),远远超出现有的国家定额。

1.2 电厂现有排水状况

电厂排水包括经常性排水和非经常性排水。

1.2.1 经常性排水

a. 一次循环冷却水(如凝汽器、冷油器、发电机

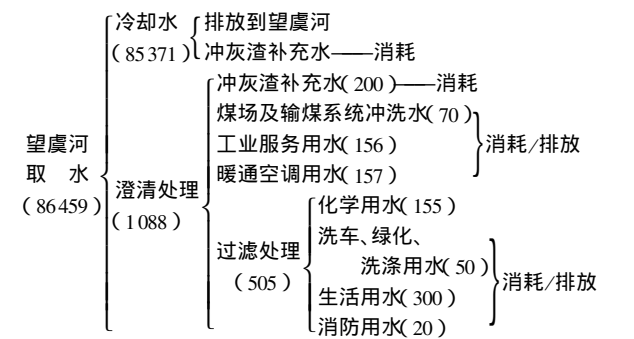


图 1 老厂现用水量

水冷与空冷器冷却水等)直接排回水体,这部份水按国家规定不属于废水。

- b. 锅炉补给水处理再生废水:排入废水贮存池,经处理后排放。
- c. 凝结水精处理再生废水:排入废水贮存池,经处理后排放。
- d. 凝结水精处理运行装置的冲洗水:直接排入下水道。
- e. 实验室废水:直接排入下水道。
- f. 反渗透装置浓水:用作多介质过滤器的反洗水。
- g. 反渗透装置过滤器反洗水:排入废水贮存池,经处理后排放。
- h. 预处理澄清池排泥水:未经处理,直接排入厂区雨水下水道。
- i. 预处理滤池反洗水:未经处理,直接排入厂区雨水下水道。
- j. 锅炉排污水:11 号机组排放至雨水沟,14 号机组一路排至渣沟,一路排至地沟。
- k. 煤场排水及输煤栈桥冲洗水:排入沉煤池,沉淀后排入厂区雨水下水道。

1. 含油污水 隔油池简单处理后直接排入厂区雨水下水道。

m. 生活污水 经化粪池处理后排入厂区雨水下水道。

n. 辅机冷却水排水 通过地沟排入厂区雨水下水道。

o. 主厂房地面冲洗水 通过地沟排入厂区雨水下水道。

1.2.2 非经常性排水

机组启动前水侧冲洗水 未经处理 直接排入冲灰水系统或冲渣系统。

a. 锅炉酸洗废水 :EDTA 废液由厂家回收 ,化学清洗的其他废液经化学废水处理装置处理后排放。

b. 锅炉火侧冲洗水 :未经处理 直接排入冲灰水系统或冲渣系统。

c. 空气预热器冲洗水 :未经处理 直接排入冲灰水系统或冲渣系统。

1.3 现有废污水排水量及处理工艺

1.3.1 化学废水(即工业废水)排水量及处理工艺与设施

现有工业废水处理设施紧靠化水车间 ,设计处理能力约为 $100\text{ m}^3/\text{h}$,包括 5 个容积 1000 m^3 的废水贮存池(相邻的废水贮存池底部有阀门相连) ,贮存池一端布置有非经常性废水的进水母管 ,高位碱箱来的碱管也在这端进入废水贮存池 ;经常性废水由化学水处理车间废水沟送来 ,PH 调整池、混合池、澄清池、最终中和池、清水池、污泥池等均布置在废水贮存池旁边 ,各处理单元之间的水流靠位差重力流动 ,酸碱设施与化水专业合用 ,风机、凝聚剂、助凝剂配置间等均布置在废水贮存池附近 ,本套废水处理设施还设有一个机械搅拌澄清池和废水酸碱中和加药装置。

现有电厂机组的锅炉酸洗工作一般由专业公司进行 ,采用的药液为 EDTA ,酸洗废液由酸洗公司自行回收 ,故这部分废水几乎不进入工业废水池处理 ,因此进入此废水贮存池的废水基本上只是一些锅炉补给水处理系统再生时排放出来的 pH 不合格的废水和部分停炉保护废液(其中含有部分联胺等) ,这部分废水经 pH 调整处理、次氯酸钠处理、暴气处理合格后 ,经下水道排入运河。

由于原有工业废水处理设备建成已近 20 年 ,且常年闲置不用 ,已经丧失了处理能力 ,基本无利用价值 ,唯贮存池经整修后可加以利用。

1.3.2 煤场排水及输煤栈桥冲洗水水量及其处理

电厂煤场含煤废水主要由各集水井经排水泵排到 6 个煤泥沉淀池 ,经简单沉淀池处理后 ,即经地沟

排入厂区雨水下水道 ,最后排入运河 ,根据电厂冲洗泵运行记录 ,煤场喷淋及输煤系统冲洗水用水量约为 $70\text{ m}^3/\text{h}$,考虑到蒸发和渗漏 ,煤场及输煤系统排水量约 $60\text{ m}^3/\text{h}$ 。

1.3.3 灰水闭路循环系统

望亭发电厂现仅有 11 号和 14 号两台 300 MW 燃煤机组 ,两台 300 MW 机组的锅炉均配静电除尘器 ,灰、渣分排 ,除尘器收下的飞灰各配一套干除灰和湿输灰系统 ,炉渣经脱水仓脱水后由汽车运走 ,飞灰经灰沟水冲到灰浆泵前池 ,然后由灰浆泵打至灰场。

出灰方式除了干灰输送至干灰库以外 ,还采取干灰湿排 ,用灰浆泵排到离电厂 3.5 km 的太湖灰场 ,经澄清后的灰水又通过回水泵打回厂内作为冲灰水循环再利用 ,为了防止结垢 ,回水系统加入了阻垢剂 ,通过采用灰水闭路循环 ,灰水不再外排。

1.3.4 含油废水

电厂含油废水主要来自于油库区排水和卸油站排水 ,由于电厂油机基本停运 ,电厂用油大量减少 ,相应含油废水也明显减少 ,经统计 ,含油废水量平均为 $0.6\text{ m}^3/\text{h}$,含油废水经简单油水分离处理后 ,也排入运河。

1.3.5 锅炉排污水

锅炉排污水包括锅炉连排水和锅炉定排水 ,这部分水水质很好 ,只是温度较高 ,目前电厂采用引循环水稀释降温 ,导致水质变差 ,这部分水未予利用 ,通过厂区下水道排入运河 ,锅炉排污水平均水量约为 $25\text{ m}^3/\text{h}$ 。

1.3.6 辅机冷却水

电厂机组辅机冷却采用开式循环 ,水源为仅经过过滤的循环水 ,该部分水经地沟排入下水道 ,辅机冷却水不属于废水 ,但因是通过废水排放口排放 ,容易引起废水计量混淆 ,有必要予以收集分排。

辅机冷却水用水点多 ,管路复杂 ,很难摸清每台机组有多少用水点 ,每个点的流量是多少 ,电厂通过利用主厂房屋顶水箱来测量每台机组的辅机用水量 ,根据现场实测 ,14 号机组辅机冷却水为 $214\text{ m}^3/\text{h}$;11 号机组辅机冷却水为 $50\text{ m}^3/\text{h}$ 。

1.3.7 生活污水

望亭发电厂生活污水较为分散 ,分厂区和生活区两块 ,除了食堂及 3 个浴室外 ,还有 53 个化粪池 ,经化粪池处理后的废水也不集中 ,就近排入下水道 ,电厂各排放口都有生活废水排放 ,经统计 ,老厂生活污水排放量约为 $22\text{ m}^3/\text{h}$,生活区生活污水排放量约为 $21\text{ m}^3/\text{h}$ 。

1.4 水质

为了选择合理的废污水处理工艺 ,摸清电厂各类排水的水质情况是十分必要的 ,有关单位配合电

厂进行了调研,水质调研情况见表 1。

表 1 电厂排水水质

项 目	pH	温度/℃	COD	SS	NH ₃ -N
11 号机组循环冷却水出水	7.37	33	4.0	26.0	
14 号机组循环冷却水出水	7.36	34.5	6.0	24.4	
新煤场沉淀池	7.89		56.0	80.4	
生活污水 (二村俱乐部对面主马路)	7.27		4.0	4.0	0.86
生活污水(办公大楼下面)	7.49		14.0	10.8	3.5
生活污水(发电部大楼下)	7.45		21.0	16.8	14.3

注 除温度外,其他单位均为 mg/L。

2 废水零排放(节水改造)总体设计要求

老厂要实现废污水零排放,应在摸清现状条件下各类废污水的排水量、排水水质、排放规律的基础上,结合回用要求,做好水质、水量平衡,并据此按废污水收集系统、处理系统、回用系统分别制定相应的工艺流程。

2.1 水质水量平衡

按老厂 11 号和 14 号燃煤机组及正在建设的 1 号和 2 号燃气轮机组统一考虑,经过全厂水质水量平衡,零排放(节水改造)工程实施后,2×320 MW 燃煤机组耗水量为 197 m³/h,耗水指标由 0.457 m³/(s·GW)降至 0.086 m³/(s·GW),低于现有国家标准。而在建的 1 号和 2 号燃气轮机组的耗水量则更低,约为 81 m³/h。

2.2 废污水收集系统

废污水收集系统由以下部分组成:

- a. 化水车间的锅炉补给水处理系统过滤器反洗水、凝结水精处理系统的酸碱再生废水、混床再生废水收集后排入工业废水池。
- b. 在 11 号和 14 号机组主厂房附近各设一个 250 m³ 机组排水槽及废水转运泵用于收集和输送机组启动排水、锅炉化学清洗排水、空气预热器清洗排水至工业废水集中处理系统各废水池。
- c. 在 11 号和 14 号机组主厂房附近各设一个 100 m³ 锅炉排污水收集槽(与机组排水槽合建)及废水转运泵用于收集和输送锅炉排污水,这部分水经循环水降温后直接供脱硫系统用水。正在建设的燃气轮机组的锅炉排污水也采用同样的方式处理。
- d. 凝结水处理系统的树脂输送废水、取样系统排水、地面冲洗水排入主厂房排水管,收集后送至工业废水集中处理站的废水池。
- e. 净水站的排泥水送污泥处理站沉淀池收集后,上清液排入净水站的澄清池进口,污泥排入浓缩池。
- f. 原开式辅机冷却水直接送至循环水排水系统。
- g. 在生活区新建污水管网,在管网末端新建一座污水提升站,将生活区的污水集中收集并提升送至生活污水处理装置。在生产厂区内,拟按化粪池的位

置,采取就近分组集中的原则,先用自流管道将一座或几座化粪池出水集中到一座集水池,然后用潜水泵送至生活区污水管网系统,最后经生活区污水提升泵站提升送至生活污水处理装置。在本次工程范围内的生产区域共有 15 座化粪池,拟建 7 座集水池,每座集水池容积暂定 50 m³,集水池进口安装格栅,每座集水池内安装两台潜水污水泵,污水泵由水位自动控制。

2.3 废污水处理系统

根据望亭发电厂老厂的实际情况,结合已有废水处理设施,并考虑全厂的水质水量平衡,对各类废污水分系统处理,处理后的回用水按水质分类贮存。回用水系统按分散与集中相结合的方式考虑。

2.3.1 经常性废水系统

主要是指那些仅需调节 pH 值的废水,如锅炉补给水处理车间的再生废水和凝结水精处理装置再生废水。这类废水经就地废水池收集后,送到现有废水处理车间废水贮池,由最终中和池将其 pH 调节到 6~9,送至回用水池。处理流程如下:化水除盐再生废水→废水贮存池→最终中和池→回用水池→回用或排放。

2.3.2 预处理系统

预处理系统排水主要有澄清池排泥水及滤池反洗水。澄清池排泥水经新增设的污泥沉淀池沉淀,上清液由清水池收集后用泵输送到澄清池进口,污泥用泵输送到污泥处理系统中的浓缩池,经浓缩后进脱水机进行统一处理。滤池反洗水由清水收集池收集后直接泵送至澄清池进口。

2.3.3 生活污水系统

11 号和 14 号机厂区、厂前区、生活区、外煤场等地,拟将现有的生活污水、雨水合流制改为分流制系统,增设厂区生活污水管网。老厂区、生活区及厂前区生活污水经新建的生活污水管网收集后送至外煤场区生活污水处理装置(2×25 m³/h),处理达标后回用于全厂绿化、浇洒道路、车辆冲洗及输煤栈桥冲洗补充水。

2.3.4 煤场排水及输煤栈桥冲洗水

外煤场设有 5 座煤泥沉淀池,厂区有 1 座煤泥沉淀池,收集煤场雨水、喷淋排水及栈桥冲洗水,经沉淀后直接排放至大运河。受沉淀池处理效果的局限,出水水质较差,不能够满足目前的环保标准要求。拟改造原有沉淀池,增设两套 60 m³/h 煤水处理设备,并预留一套 60 m³/h 煤水处理设备位置(供拟扩建的 2×600MW 机组用)。煤水处理设备将含有煤屑粉尘的废水中绝大部分悬浮颗粒予以去除,使处理后回用水的浊度小于 10 mg/L,同时水中的色度也几近去除。处理后的出水回用于煤场喷淋和栈桥冲

洗,实现冲洗水的循环使用。

2.3.5 主厂房区域排水系统

a. 辅机冷却水:采用管道将辅机开式冷却水回收至新建的集水池,然后通过泵升压送至电厂循环水排水系统。

b. 锅炉排污水:拟由增设的机组排水槽收集,此部分水质较好,经降温后可直接用泵将其送入回收水池,用作脱硫系统用水。

c. 主厂房地面冲洗水:使用机会较少,少量的主厂房地面冲洗水回用意义也不大,考虑简单处理后就近排入厂区雨水管道排放。

2.3.6 含油废水

含油废水正常时水量很小,只有在异常情况下才会发生较大水量。考虑减少投资、运行管理简单、维护方便及运行费用低,只建设一座调节池和一套油水分离装置即可。本工程设计含油废水处理装置的处理能力按 $5 \text{ m}^3/\text{h}$ 处理后的水排至回用水池。

2.3.7 脱硫废水

11 号和 14 号机采用湿法(石灰石-石膏法)烟气脱硫工艺,所产生的脱硫废水必须予以处理。处理能力按 $15 \text{ m}^3/\text{h}$ 考虑。

脱硫废水中的杂质含量较高,主要包括悬浮物、过饱和的亚硫酸盐、硫酸盐以及重金属,其中很多是国家环保标准中要控制的第一类污染物,该类废水处理通常采用化学和物理综合处理的办法,以去除废水中的重金属离子,并使废水得到澄清,达标后用于冲灰渣及煤场喷淋系统。由于处理难度较大,一般的工业废水处理设施无法满足,必须设置与此相适应的专用废水处理装置。个别污染物还需通过小型试验来确定处理药剂。

2.3.8 灰水

全厂灰水已采用了加阻垢剂的闭路循环办法,实现了灰水不外排。这次改造仅仅考虑灰水闭路循环的补充水由原来单一循环水排水补充改为全厂回用水与循环水排水联合补充,以减少废水外排量。

2.3.9 污泥处理系统

为了使含高悬浮物(SS)的废水能减少到最低程度,同时考虑妥善处置固体废物,改造工程考虑设置污泥浓缩系统与污泥脱水系统,使大量废水都能达到排放标准,并且能继续回用。全厂建设一套污泥处理装置,处理装置安装在消防泵房附近。污泥处理系统的设计能力按 $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 考虑。

2.4 回用水系统

处理达标后的水应尽量考虑回用,回用分以下几个系统:

a. 化学废水处理达标后回用或排放。该部分水

可考虑用于冲灰、拌湿及拟扩建 $2 \times 600 \text{ MW}$ 机组的循环水补充水(如果需要,也可作为含煤废水回用系统的补充水)。

b. 含煤废水回用系统。煤场雨水、喷淋排水及栈桥冲洗水,经沉淀池及煤水处理设备处理后达到回用标准,回用于煤场喷淋、栈桥冲洗,实现冲洗水的循环使用。不足部分水量由生活污水回用水系统补充。

c. 生活污水回用水系统。老厂区、生活区及厂前区生活污水,经生活污水处理装置($2 \times 25 \text{ m}^3/\text{h}$)处理达标后回用于全厂绿化、浇洒道路、车辆冲洗及输煤栈桥冲洗补充水。

d. 脱硫废水回用系统。脱硫废水处理达标后专项回用于冲灰渣及煤场喷淋系统。

e. 锅炉排污水,经降温后直接用泵将其送入回收水池,用作脱硫系统用水。

2.5 老厂供水系统的改造

老厂生活、消防等供水管道已使用了几十年,年久失修,管道耐压能力下降,经常会出现坏管、爆管现象,渗漏、消耗大量优质水源;许多涉及绿化及一些临时用水等非消防用水从消防管道上支接。这些都使用水管理非常困难,因此,有必要结合本次零排放(节水改造)工程,对老厂生活、消防等供水管网进行适当改造。通过改造,梳理管网,增设控制计量装置,使全厂用水受控,减少浪费。

3 结 语

老电厂用水一般都是粗放型的,不仅清浊混排,耗水量大,耗水指标远远超过现有国家定额,而且工业、生活废水也只进行简单的处理后,即排入附近水体,污染了环境。通过实施零排放(节水改造)工程,平衡电厂各用水量,真正做到清浊分流,一水多用,废污水回用,减少水资源消耗,就能使老厂耗水量指标大大降低。望亭发电厂耗水量指标由 $0.457 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{GW})$ 降至 $0.116 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{GW})$,一般都能满足现有国家标准。同时电厂各类处理达标的废污水基本被复用、回用,不排向附近水体,减轻了附近河道的污染压力。因此,对老电厂进行节水改造不仅具有较大的潜力,而且具有显著的社会、经济、环境效益,建议有条件的老电厂都应抓紧实施。

参考文献:

- [1] GB50035-2002 污水再生利用工程设计规范[S].
- [2] DL783-2001 火力发电厂节水导则[S].
- [3] DL606.5-1996 火力发电厂水平衡导则[S].
- [4] DL5046-1995 火力发电厂废水治理设计技术规程[S].
- [5] 华东建筑设计院有限公司. 给水排水设计手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.

(收稿日期:2005-09-20 编辑:熊水斌)