

一种海水循环水排放泡沫物理消除方案

林添顺[✉]

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: [目的] 海水脱硫燃煤电厂海水排放中会产生很多泡沫, 对环保视觉产生不良影响, 为满足越南环保许可验收要求, 需消除泡沫。[方法] 通过对脱硫后的海水, 经曝气池后, 泡沫产生的机理进行观察、分析, 通过试验, 提出了在排水明渠设置拦泡网进行集中物理喷淋消泡方案。[结果] 此方案简易、无需停机施工或维护, 投资少, 无需使用化学药品进行消泡, 不会对海水增加化学药品风险。[结论] 此方案效果明显, 可为同类火电厂海水排放泡沫消泡提供良好参考。

关键词: 环境; 火电厂; 曝气池; 海水排水; 拦泡网; 泡沫; 消除方案

中图分类号: TM611; X5

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2020)S2-0119-04

开放科学(资源服务)二维码:



A Physical Defoaming Scheme for Seawater Circulating Water Discharge

LIN Tianshun[✉]

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: [Introduction] There will be lot of foam in seawater discharge from seawater desulphurization coal-fired power plants, which will have adverse effects on environmental vision. In order to meet the requirements of environmental permit in Vietnam, foam need to be eliminated. [Method] Through observing and analyzing mechanism of seawater foam generation about CW cooling after seawater FGD and aeration basin, and did some tests. It was proposed a scheme of centralized physical spray scheme to defoaming. [Results] The results we obtained demonstrate that this scheme is easy for construction and maintenance without stopping operation, bringing more obvious effect with less investment. There is no need to use chemicals for defoaming, which does not increase the risk of chemicals to seawater. [Conclusion] This scheme provides a good reference for foam defoaming of seawater discharge in similar coal-fired power plants.

Key words: environment; coal-fired power plant; aeration basin; seawater discharge; foam collection interception net; foam; defoaming scheme

越南某2×620 MW超临界燃煤电厂项目, 循环水冷却水采用单元制海水供水, 每台机组循环水泵高速流量49 392 t/h, 循环水泵低速流量43 200 t/h, 海水脱硫方式, 流程图如图1所示。

当机组运行后, 在曝气池、排水明渠内存在大量的泡沫。泡沫的存在, 对环境造成了不良的视觉影响和心理恐惧, 也直接影响环保许可验收的通过。

海水脱硫火电机组目前消泡方案有采用化学消泡剂和物理消泡方案。化学消泡剂方案费用相对较

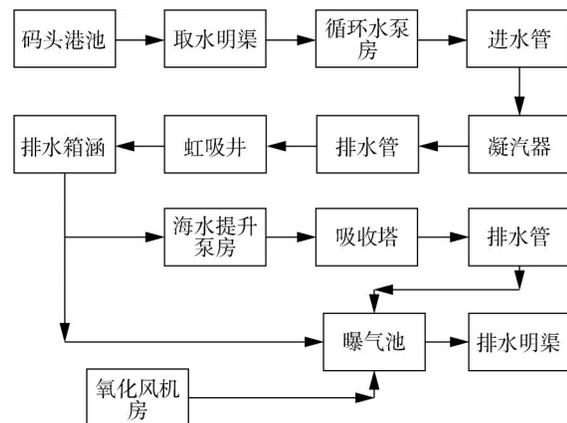


图1 循环水冷却水及海水脱硫流程图

Fig. 1 Flow chart of seawater CW cooling and seawater FGD

大,需长期使用化学消泡剂,运营费用较高,也可能造成环境水体的二次污染。

本文根据调查越南当地电厂情况,以及了解国内海水脱硫电厂消泡方法,经长期观察、分析泡沫的形成、自然消除,以及多次试验,提出一种简易、有效的物理消泡方法。

1 排放海水泡沫产生原因分析

1.1 排放海水泡沫产生的条件

泡沫是一群浮在液面上的具有很薄表面的气泡聚集体,它是在一定的表面张力、粘度和悬浮固体的相互作用下形成的。泡沫产生有以下几个条件^[1-2]:

- 1) 海水中存在蛋白质、灰尘、某些物质渗入并与之发生化学或物理作用等能产生泡沫的成分。
- 2) 海水中掺入气体。
- 3) 水流翻滚、波浪回卷、落差等。

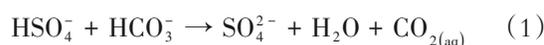
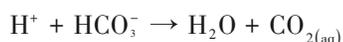
1.2 本项目海水排放泡沫产生的原因

为防止微生物在海水冷却进水管、凝汽器等设备上生长,本项目在循环水泵房前池加次氯酸钠进行杀菌(连续加药,100 kg/h,浓度约1 mg/L,控制余氯在0.3~0.5 mg/L),海水中的贝壳、藻类、微生物等被杀死腐烂后,会分解成蛋白质。

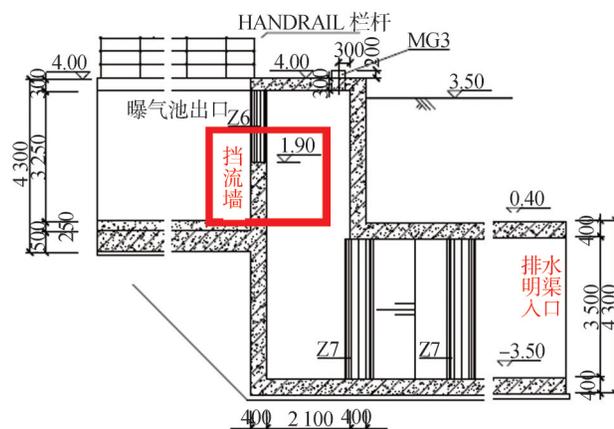
本项目海水循环水经凝汽器交换后,一部分水到海水脱硫系统,经脱硫,海水中增加了一些灰尘、硫化物、 HCO_3^- 等物质成分,这部分海水与另一部分海水混合后进入曝气池。

本项目每台机组设置6台曝气风机,2~5台运行,单台曝气风机的设计流量为37 695 m^3/h ,因机组满负荷运行,为保证海水排放各指标达标,5台曝气风机投入运行。曝气池为海水水质恢复场所,曝气风机将大量的空气鼓入混合后的海水,细碎的气泡使曝气池内海水中溶解氧逐渐达到饱和,并将亚硫酸盐氧化成硫酸盐。同时,通过曝气使海水中的 HCO_3^- 在中和反应中释放出 CO_2 ,使排水恢复到环境标准允许值。在这过程中,也是对海水进行剧烈的翻滚作用。海水经凝汽器热交换、脱硫、曝气风机氧化,海水温度也有一定的提升,也有助泡沫的形成。

曝气池总的化学反应式为:



在曝气池末端与排水明渠入水口,设置了一道1.9 m高的挡流墙,如图2所示;本项目海水年平均潮位为-0.4 m,最高潮位为-0.01 m,最低潮位为-0.93 m,所以当海水进入有2 m左右高差排水明渠后再次对海水进行了一次翻滚作用。



注:图中标高单位为m;其余尺寸单位为mm。

图2 曝气池出口挡流墙

Fig. 2 Retaining wall at aeration tank outlet

从以上分析可见,根据泡沫产生的条件,在曝气池和排水明渠中必然存在大量的泡沫,见图3~图5。



图3 曝气池出口至排水明渠设置挡水墙,海水翻滚

Fig. 3 Retaining wall at aeration tank outlet, the sea water rolls at here

文[1]和文[3]中说明了气泡的稳定性,本项目长达300多米的排水明渠,未能在水流平缓段把表面的泡沫自动消除,因海水本身具有一定的粘度,加上海生物尸体蛋白质、脱硫后海水中溶解了一些硫化物和灰尘等,泡沫聚集在一起后,难以消除,如图6为排水明渠出水口聚集大量的泡沫。图6是在大雨过后第二天情况,如长期没下雨,聚集泡沫更严重。



图4 曝气池内氧化风机曝气产生大量泡沫

Fig. 4 Lot of foam are produced by aeration of oxidation fan in aeration tank



图5 排水明渠进水口水流湍急,形成大量泡沫

Fig. 5 Intake of seawater drainage at open channel is surging, forming a lot of foam



图6 排水明渠出水口还聚集大量泡沫

Fig. 6 Outlet of sweater drainage also accumulate lot of foam

2 泡沫消除方案

为通过越南环保部环保许可验收,我们进行了长时间的观察和各种试验,用消防车的消防炮(压力0.8 MPa~1 MPa)对排水明渠沿岸进行喷水清理,发现泡沫在水流的冲击下,能大量分散并消除,如文^[1,3-4]中所述可以消除泡沫的方法。即通过海水喷淋:(1)使得气泡的膜受到外力的冲击,促使泡膜表面张力不平衡,如果泡膜来不及弥补,泡膜就会破裂;(2)如冲击力够大,也会直接击碎泡膜(用消防车消防炮进行喷水);(3)也可使一些泡膜较

厚的气泡膜变薄,当膜变薄到一定程度膜也会破裂;(4)冲散泡膜的聚集,降低泡膜间的粘性。

结合本项目的特点,泡沫产生主要在曝气池,图2~图4表明在曝气池和排水明渠进水口进行消泡效果很差,经试验只能达到30%~40%。排水明渠是本项目所在电力中心共7台600 MW等级燃煤电厂海水排放的公用系统,边坡为干砌石斜坡,且该电力中心的二期项目2台机组已在2015年投产,为治理泡沫,我们通过现场实际观察水流、泡沫聚集等实际情况,最终确定在排水明渠入口及中段采用海水集中喷淋的物理消泡方法,进行泡沫消除。

消泡装置由拦泡网、潜水泵(喷淋口管口出口压力约0.4 MPa)、泵启停控制箱、PVC供水管组成,消泡点设置在排水明渠进水口和平缓段两个点,示意图如图7。

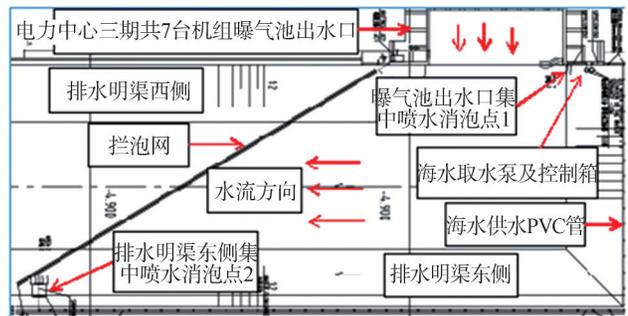


图7 海水喷淋物理消泡装置布置示意图

Fig. 7 Schematic diagram of physical defoaming device for seawater spraying

本装置喷淋水取自就近的排水明渠内海水;根据水流方向及泡沫聚集情况,设置从西向东斜拉拦泡网,在东侧进行集中喷水消泡,为集中消泡点2。为更有效消泡,在排水明渠进水口增设一个喷水点,为集中消泡点1,把聚集在海水表面的泡沫打散。如图8、图9、图10。



图8 排水明渠进水口喷淋点1

Fig. 8 Intake of seawater drainage seawater spraying No. 1



图9 拦泡网,把泡沫集中至排水明渠西侧集中喷淋点2

Fig. 9 Foam collection interception net at west drainage channel spraying No. 2



图10 在排水明渠西侧集中喷淋点2喷淋消泡,泡沫几乎消除,表面看不到泡沫

Fig. 10 At west drainage channel after physical seawater spraying No. 2, foam almost gone

从以上消泡结果可看出这种物理消泡方案是简单可行。本项目在环保许可办理过程中,通过了越南环保部专家组的现场验收。

3 拦泡网固定的建议

本项目排水明渠护坡为干砌石形式,拦泡网无法直接在护坡上固定,为此,在保护原护坡前提下,在护坡顶开挖了2 m(深)×2 m(宽)×2 m(长)的坑,并上浇筑C30混凝土块,作为配重。

关于拦泡网的固定:(1)新建机组在排水明渠护坡合适位置建议设计固定拦泡网固定的土建基础结构;(2)已投用机组,如排水明渠护坡是混凝土结构,可在混凝土结构上植筋;如护坡为干砌石或浆砌石,可在护坡顶浇筑一定方量混凝土块。

4 结论

本文通过观察、分析海水排放泡沫产生的条件、位置,并通过试验总结,提出了在海水排水明

渠水流平缓段设置集中海水喷淋物理消泡和在排水明渠进水口海水喷淋相结合的方案,效果非常明显,装置简单,施工、维护无需停机,总建安费用不到8万元人民币,无需改造虹吸井^[1-2,4]或投化学药品进行消泡,运营费用低,每年大约2.5万元人民币,远低于投化学药品消泡方法约500万/元运行费^[4],本方案可为海水冷却电厂提供良好的实践借鉴。

参考文献:

- [1] 邱静,黄本胜,赖冠文. 泡沫成因分析及污染治理工程措施研究[J]. 广东水利水电,2002(5):26-27+30.
QIU J, HUANG B S, LAI G W. Foam cause analysis and pollution control engineering measures research [J]. Guangdong Water Resources and Hydropower, 2002(5):26-27+30.
- [2] 曾令刚. 滨海电厂虹吸井排水泡沫成因及治理措施[J]. 中国科技信息,2009(18):67-68.
ZENG L G. The causation and countermeasure to the foam in seal pit of coastal power plant [J]. China Science and Technology Information, 2009(18):67-68.
- [3] 马洛平. 消除有害泡沫技术[M]. 北京:化学工业出版社,1987:18-40.
MA L P. Eliminating harmful foams technique [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1987:18-40.
- [4] 纪平,秦晓. 滨海火/核电厂排水消泡技术综合分析[J]. 水利水电技术,2015,46(11):126-129.
JI P, QIN X. Comprehensive analysis on defoaming technique for drainages of coastal thermal and nuclear power plants [J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2015,46(11):126-129.

作者简介:



林添顺

林添顺(通信作者)

1973-,男,福建上杭人,高级工程师,电力系统及其自动化专业工学硕士,长期从事发电厂建设项目管理工作(email) lintianshun@gedi.com.cn。

(责任编辑 李辉)