

火电发电企业循环冷却水节水及回水压力能发电技术

Circulating Water Saving and Backwater Power Generation Utilization Technology in Thermal Power Enterprises

王金龙 赵磊 武瑞香

Jinlong Wang Lei Zhao Ruixiang Wu

华能榆社发电有限责任公司 中国·山西 晋中 030600

Huaneng Yushe Power Generation Co., Ltd., Jinzhong, Shanxi, 030600, China

摘要: 论文结合现场实际情况及当前国家节能减排要求, 针对火电厂循环水损耗的影响因素, 进行原因分析, 并提出相应的解决技术方案。

Abstract: Based on the actual situation of the site and the current national energy conservation and emission reduction requirements, the causes of circulating water loss in thermal power plants are analyzed and put forward corresponding technical solutions.

关键词: 循环水; 节水; 降温

Keywords: circulating water; water conservation; cooling

DOI: 10.12346/etr.v3i8.4003

1 引言

当前中国工业生产领域大力倡导保护环境资源、提高能源转换利用率、有序推进企业节能减排的工作要求。论文详细阐述了一种火电企业生产环节保护水资源、提高能源利用率的技术方案。

2 火力发电企业循环水损耗情况现状及影响因素

2.1 现状

火力发电企业做为一个工业耗水大户, 在中国北方地区火电机组冷源冷却方式多采用空冷, 而在南方地区火电机组冷源冷却方式多采用湿冷。下面是湿冷、空冷火电机组循环水耗水现状。

第一, 火力发电企业循环水耗水量现状:

① 2015 年河南省豫北地区某 $2 \times 300\text{MW}$ 湿冷机组循环水损耗情况数据统计, 日平均循环水损耗为 0.654 万吨, 全

年循环水损耗为 238.71 万吨。

② 2014 年山西省晋城地区某 $2 \times 300\text{MW}$ 空冷机组辅机循环水损耗情况数据统计, 日平均循环水损耗在 0.106 万吨, 全年循环水损耗约为 3.869 万吨。

第二, 循环水系统厂用电率现状: 湿冷机组循环水耗电量约占整个厂用电率的 0.7%~1.1%。空冷机组辅机循环水耗电量约占整个厂用电率的 0.1%~0.2%。

第三, 无论是湿冷机组还是空冷机组循环水泵进口温度一般控制在 $15\sim 25^\circ\text{C}$ 为宜, 循环水温度低于 13°C 以下容易造成循环水系统节流损失较大且用户中的电机冷却器容易出现露结现象。

第四, 湿冷凉水塔循环水回水压力一般在 0.9kgf/m^2 以上 (大型凉水塔回水压力一般在 1.1kgf/m^2 以上)。空冷辅机循环水回水压力一般在 0.5kgf/m^2 以上。循环水回水具有一定的压头, 循环水回水拥有的压力能没有被良好利用。

第五, 循环水浓缩倍率一般控制在 2.5~7.5。

【作者简介】王金龙 (1973-), 男, 中国山西临汾人, 本科, 助工技师, 从事火电节能减排及经济运行研究。

2.2 循环水损耗的主要影响因素

蒸发损耗、风吹损耗、排污损耗、泄漏损耗。其中，循环水损耗份额最大的为蒸发损耗，约占整个循环水损耗的75%以上，风吹损耗约为3%~6%，排污损耗约为10%~20%。

2.3 循环水蒸发损耗的主要影响因素

循环水蒸发损耗主要取决于以下几方面：机组负荷、环境温度、环境湿度。其中，以机组负荷影响最大。

3 现有火力发电企业循环水冷却方法及存在不足问题分析

3.1 现有循环水冷却方法

现有循环水冷却方法为循环水回水由凉水塔中部竖井引至凉水塔中部，循环水回水由上向下依次经过凉水塔内部配水槽、溅水碟、填料与由下至上的冷却风进行对流换热。循环水在凉水塔内部完成对流换热降温的同时还进行部分循环水蒸发吸收汽化潜热降温。

3.2 现有凉水塔循环水冷却方式存在的不足之处

①冬、春两季在华北、东北、西北地区由于环境温度过低且昼夜温差较大，凉水塔容易出现内部溅水碟、填料层等部件大量结冰现象，引起凉水塔填料部件拉伸破坏，造成填料碎片堵塞循环水进口滤网及各冷却器现象，并会出现凉水塔冷却效果变差的后果^[1]。

②循环水回水具有一定的压力能，这些压力能没有得到回收，造成能源的浪费现象。

③在华北、东北、西北地区昼夜温差在10℃以上，每年的11月至3月18时至8时之间，环境温度平均都在8℃以下。在华中地区以河南省为例，每年的12月至2月日平均气温在10℃以下。在这种环境温度下各火力发电企业根据防寒、防冻要求投入厂区供热。厂区供热汽源一般采用低压蒸汽，致使火力发电企业汽耗率、热耗率升高。

④湿冷机组冷源损失占全厂热损失的55%~60%，并造成局部区域的热污染，空冷机组的辅机循环水回水所含热能也未被利用，造成一定的热能损耗。

⑤在机组负荷较低、环境温度较低、昼夜温差大的运行工况下，会出现循环水温度过低问题，此时循环水的蒸发损耗造成水资源不必要的损耗。

⑥现有的循环水冷却方式容易产生环境噪音，在循环水凉水塔20m范围内测得噪音在85db以上，在50m范围内测得噪音在65db以上。

⑦由于循环水在冬季水温过低，循环水系统节流损失较

大，造成一定的能量损失。

4 循环水回水热回收与压能发电利用技术原理及技术流程介绍

4.1 原理

4.1.1 循环水热回收利用原理

①通过在循环水回水系统中加装热泵装置以实现余热发电及生活水供热水（其发电原理类似低温地热发电及海水温差进行发电这里就不在说明）。

②在环境温度较低时，通过在循环水回水系统加装厂区供热换热器或将循环水回水部分管道直接流经厂房及设备做为厂房供热设备（如锅炉房、空压机房、化水制备间、储油罐油罐、除盐水箱等），利用循环水回水对厂房及设备进行供热，达到降低循环水回水温度，减小厂区及设备供热防冻消耗低压蒸汽量目的。

③利用循环水回水管道加装散热器，使得循环水回水进一步降温，控制循环水回水温度控制在15~25℃。

4.1.2 循环水回水降温减少循环水损耗原理

利用循环水回水热能再利用降低循环水温，循环水回水温度低于25℃时，可以直接回到凉水塔下部水池，这样可以减小循环水蒸发散热面积，从而减少凉水塔的蒸发损失、风吹损失。

4.1.3 循环水压力能发电原理

在循环水回水管至凉水塔竖井管道前引一支管道，管道内循环水经对水轮发电机做功后直接回到凉水塔下部水池，利用循环水回水压力能做功，实现回水压能发电的目的^[2]。

4.1.4 循环水温度可调原理

利用控制调节循环水回水进入水轮发电机的流量，改变进入凉水塔配水槽、溅水碟、填料层循环水回水流量。实现对循环水温度温度的调节与控制。在冬季可以实现循环水回水全部用于发电，有效解决凉水塔防冻难题。

4.2 技术方案流程

技术方案流程如图1所示。

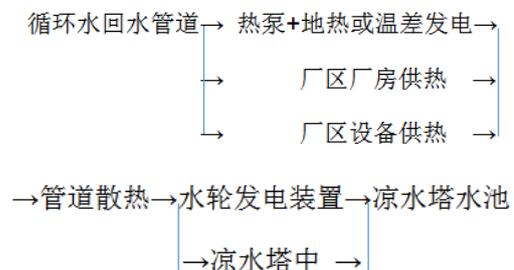


图1 技术方案流程图

5 循环水回水热回收与压能发电利用优势及经济效益情况分析

①循环水回水做为低沸点工质发电的加热热源，通过低位热源发电可以提高火力发电的热效率及经济运行指标，提高冷源利用率，降低火力发电厂的热耗，降低火力发电厂的供电煤耗，降低火力发电厂的碳排放量，减少烟气环境污染，减少火力发电厂的冷源损失，对保护资源效果明显。论文思路为火力发电企业节能减排，提高冷源利用率提供一个新思路。

②循环水回水做为生活热水、厂区厂房供热的供热、厂区设备防冻的热源，可以有效替代上述区域相关取暖、供热、生活热水、防寒防冻所消耗低压蒸汽，降低火力发电企业汽耗率及热耗率。在2014年、2015年分别对山西省东南部地区某2×300MW机组厂区供热消耗低压蒸汽量进行数据统计，经过计算后折算成标煤消耗2014年度为59.7t，2015年为63.1t。

③通过本技术的实施，采用辅机循环泵的空冷机组循环水系统，经计算得出约降低循环水蒸发损耗35%~41%，降低循环水风吹损耗50%~65%，降低循环水排污损耗55%~61%。湿冷机组可以降低循环水蒸发损耗的21%~30%循环水损耗。降低循环水风吹损耗33%~41%，降低循环水排污损耗50%~57%。以中国山西晋城地区某2×300MW直接

空冷机组为例，每年循环水补充水在6~7万吨，使用该技术一年约节约3.3~3.9万吨。以河南省北部某2×300MW湿冷机组为例，考虑环境温度因素影响每年使用该技术一年约节约15~30万吨。

④通过本技术的实施可以节约凉水塔防冻成本约1万元（不含人工费用），避免凉水塔填料损坏分摊到每年维护及材料成本约5万元，同时有效保证了凉水塔的冷却效果^[1]。

⑤通过本技术使用可以实现循环水回水压能发电，可以回收循环水压能的30%~60%左右。

6 结语

总而言之，当前火电厂在循环水节能利用方面存在多种不足。该现状与当前国家提出节能减排要求存在一定差距。通过论文的技术推广，希望能够提升各火电企业在生产环节中节水、节能技术水平。

参考文献

- [1] 武瑞香.一种火电厂凉水塔节水装置:中国,ZL202020640888.6[P].2020-12-18.
- [2] 王金龙.一种火电厂循环水余热节能利用系统:中国,ZL201921645783.3[P].2020-6-16.
- [3] 武瑞香.一种火电厂冷源节能利用装置:中国,ZL202020640889.0[P].2020-12-22.

(上接第35页)

4.2 测控装置一体化运维

测控装置一体化运维主要是针对当前配置界面上配置信息的范围、类型合法性进行配置，其中包含配置文件、日志记录、下装、信号原始描述名、修改记录、硬接点信号名称、运维配置、运维配置参数、运维配置模型等方面进行测控，得出实际的配置参数信息，最后济宁校核，将测控装置当前所使用的配置信息与其界面上的配置信息进行比对分析，确认是否一致。

4.3 版本一体化管控

版本一体化管控解决目前智能变电站自动化设备的软硬件版本信息缺乏有效维护手段的问题。通过定义自动化设备软件、硬件版本文件的生成、通信和管理形式，增加版本有效的管理手段。对于版本产生的数据进行统一管理以及储存，导出文件可以使用XML和PDF两种格式，进行统一记录和管理，工程结束之后进行统一的整理归档，同时对于后台监控的数据同步刷新，实现监控后台实时库的信息互联互通。

在基础版本信息的管理当中可以针对设备的基本信息、程序版本和模型版本等内容进行修改，将修改之后的内容进

行文件记录，形成相应的数据参考。同时对于监控系统的监控主机、工程师站以及综合应用服务器等设备进行监控，保障监控设备的正常运行。

5 结语

智能变电站自动化设备透明运维系统能够解决传统变电站管理当中存在的不足之处，同时还能适应不同的运维系统场景，推动变电站的监控后台。远动装置、测控装置、交换机等设备的运维界面一体化，工作流程规范化进程，是帮助变电站运行的安全和稳定提供保障的一项重大措施。

参考文献

- [1] 彭志强,周航,韩禹.智能变电站自动化设备透明运维系统构建与应用[J].电力系统保护与控制,2019,48(13):8.
- [2] 贺斌.研究高压智能变电站自动化设备的调节及运行维护[J].大科技,2018(30):119-120.
- [3] 胡小乐.智能变电站自动化设备的调节及运行维护探讨[J].环球市场,2018(28):364.