

# 600 MW Plant Indirect Air Cooling System Operation Optimization

Jiang Wei, Jue Wen

Northwest Branch, China Datang Corporation Science and Technology Research Institute Co., Ltd., Xi'an Shaanxi  
Email: vikewj@126.com

Received: Feb. 22<sup>nd</sup>, 2018; accepted: Mar. 7<sup>th</sup>, 2018; published: Mar. 14<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

More indirect air cooling systems put into operation in northwest China in recent year. The accident of air cooling radiator in the field often happens, which brings serious economic loss to the power plant. The mean reasons of this are anti freezing measures and site measurement. This article starts from the aspects of antifreeze logic and anti-freeze temperature measurement. It studies the indirect air-cooling and antifreeze, optimizes the actual antifreeze measures on site, and improves the reliability of the unit's safe and stable operation.

## Keywords

Indirect Air-Cooling Tower, Frozen Prevention, Measures, Additional Measurement Points

---

# 600 MW机组间接空冷系统运行优化

魏江, 文珏

中国大唐集团科学技术研究院有限公司西北分公司, 陕西 西安  
Email: vikewj@126.com

收稿日期: 2018年2月22日; 录用日期: 2018年3月7日; 发布日期: 2018年3月14日

---

## 摘要

西北区域近年来间接空冷投运较多, 间接空冷机组因防冻措施及现场测点问题造成现场发生空冷散热器损坏事故时有发生, 给电厂带来严重的经济损失, 本文从防冻逻辑和防冻增设温度测点两个方面入手对间接空冷防冻进行了研究, 优化了现场实际的防冻措施, 提高了机组安全稳定运行的可靠性。

## 关键词

间接空冷, 防冻, 措施, 增设测点

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 系统概述

某电厂  $2 \times 600$  MW 间接空冷机组设计采取表面式海勒式空冷散热器, 该系统采用自然通风冷却塔和表面式凝汽器组合的间接空冷设计方式, 该系统冷却塔结构采用旋转双曲面型钢筋混凝土结构, 底部半径为 60 m, 总高 150 m。空冷散热器采用全铝制六排管冷却三角, 冷却三角被垂直布置在塔外一个半径为 144 m 的圆圈内, 共安装有 176 个冷却三角, 分为 8 个扇区, 每个冷却扇区设独立的进、出水管和排水管。

该系统流程为: 由介质为除盐水的循环水进入表面式凝汽器, 通过表面与蒸汽换热, 冷却凝汽器汽侧的汽轮机排汽, 吸热后的循环水由循环水泵输送至空冷塔, 通过空冷散热器与空气进行表面换热, 循环水被空气冷却后再进入凝汽器冷却汽轮机的排汽, 构成了闭式循环, 该系统具有节水、省水、系统简单、分段循环、抗冻能力强等优点[1] [2]。

## 2. 存在问题

该系统投运后由于散热片设备、运行方式及运行自动控制逻辑的原因, 系统抗寒能力较差, 该地区冬季最低温度可达到  $-30^{\circ}\text{C}$ , 持续天数在一月以上, 在冬季负荷最低当地环境温度  $-20$  度左右, 风沙天气较多, 机组经常发生局部空冷受冻现象, 不仅降低了系统冷却效果, 还会造成散热片损坏; 由于散热器修复工艺复杂, 周期长, 一旦发生散热片结冻事故, 造成的经济损失巨大[3] [4]。

同时, 机组原设计空冷运行逻辑中未充分考虑现场实际情况, 部分逻辑回路和逻辑定值设计裕度偏小, 本文从防冻措施及现场实际运行规律方面进行研究和说明。

## 3. 运行控制优化

原设计未区分各种运行工况, 各个扇区百叶窗控制温度定值由运行人员手动给出, 优化后温度控制自动有四种不同的自动运行模式。通过打开和关闭冷却三角百叶窗叶片, 调整进入冷却塔内的空气流量。

### 3.1. 夏季运行模式: 环境大气温度 $t > +4^{\circ}\text{C}$

控制设定点是: 主热管道水温和凝汽器背压, 也可由运行人员根据机组当前情况手动调整。

- 1) 在夏季运行模式下散热量增加, 主热管道水温或者凝汽器背压大于设定点, 打开百叶窗。
- 2) 在夏季运行模式下散热量减少, 主热管道水温和凝汽器背压小于设定点, 关闭百叶窗。

### 3.2. 冬季运行模式: 环境大气温度 $t < +2^{\circ}\text{C}$

控制设定点是: 扇形段出水温度, 也可由运行人员根据机组当前情况手动调整。

- 1) 在冬季运行模式下散热量增加, 扇形段出水温度大于设定点, 打开百叶窗。
- 2) 在冬季运行模式下散热量减少, 扇形段出水温度小于设定点, 关闭百叶窗。

### 3.3. 防冻保护模式

控制设定点是：扇形段出水温度。

扇形段的防冻保护设置有四级保护(表 1):

- 1) 初级防冻保护：百叶窗根据扇形段平均出水温度自动关小百叶窗，控制循环水温度不低于控制值。
- 2) 二级防冻保护：如果在冬季任何扇形段出水温度低于低 1 值，闭锁开启百叶窗，当百叶窗投入自动时，自动关百叶窗。各个扇形段防冻是各自独立的，并且即使在百叶窗控制位于手动运行模式时也是有效的。
- 3) 三级防冻保护：如果在冬季任何扇形段出水温度低于低 2 值时，发出扇形段过冷报警，百叶窗超驰全关，延时 150 秒(或根据厂家规定)，触发扇形段过冷保护，扇形段自动执行泄水步骤。
- 4) 四级防冻保护：循环水系统循环停滞，冷、热水管紧急泄水阀保护开启。

### 3.4. 同步运行模式

由于在手动控制模式下运行人员可以分别打开或者关闭各个百叶窗，所以很可能在一个扇形段内各个百叶窗的实际位置是不同的。同步操作每天运行一次，已将各个扇形段的百叶窗调整到其计算得到的平均位置。

在完成扇形段充水之后，每隔 24 小时，同步程序会对运行中的扇形段百叶窗进行位置调整(同步调整)。百叶窗的位置同步(调整)在一个特定的时间开始(例如 0 时 0 分 0 秒)，每天都是第一个百叶窗先进行同步调整，然后每隔一段时间(大于 10 分钟)对下一个扇形段进行调整(图 1)。

## 4. 测点优化

电厂实际情况循环水下进上出，水侧最低点温度集中在上部循环水支管区域，现场实际只布置母管区域循环水回水测点，无法真实反映水侧最低点温度，考虑到现场实际位置，现场增设部分循环水温度测点。

- 1) 每个扇区含 22 个冷却三角，在其中#1、#3、#5、#7、#16、#18、#20、#22 冷却三角各安装有一支测温元件。扇区的这 8 个温度测点均不得低于表 1 要求的最低温度值。如表 2 所示。
- 2) 每个扇区的#6、#17 冷却三角顶部出风温度布置四个温度测点(#3 和#9 百叶窗位置)要求控制在 12℃ 以上。否则应当将该扇区的全部百叶窗同时关小直到这 4 个温度均提升到 15℃ 以上，测点布置如图 2 所示。
- 3) 同一扇区的百叶窗开度应当保持一致，开度偏差达到 10% 时应当执行百叶窗同步操作。环境温度低于 2℃ 后，每班至少进行一次百叶窗同步。
- 4) 当环境温度低于 0℃ 且风速大于 5 m/s 时，应当考虑风速对出水温度的影响。要求扇区出水温度最低值 = 风速/2 + 表 1 控制值。

**Table 1.** Action of the outlet temperature of the fan-shaped section

**表 1.** 扇形段出水温度动作对

防冻保护	温度保护	动作对象
四级防冻保护		冷、热水管紧急泄水阀
三级防冻保护	水温低 2 值	过冷泄水
二级防冻保护	水温低 1 值	闭锁开，自动关
初级防冻保护	水温低控制值	关小百叶窗



**Table 2.** The lowest tolerable temperature of the fan-shaped area of the air-cooling tower  
**表 2.** 空冷塔扇区出水温度控制最低值

环境温度 $^{\circ}\text{C}$	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7
扇区出水温度最低值 $^{\circ}\text{C}$	23	23.5	24	25	26	27	28	29	30	31
环境温度 $^{\circ}\text{C}$	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17
扇区出水温度最低值 $^{\circ}\text{C}$	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41

5) 根据天气预报执行扇区退出:

a) 预报第二天环境温度最低值低于 $-5^{\circ}\text{C}$ , 当天退出#5 扇区运行, 并执行扇区退出运行的相应防冻措施。

b) 预报第二天环境温度最低值低于 $-10^{\circ}\text{C}$ , 当天退出#4、#5 扇区运行, 并执行扇区退出运行的相应防冻措施。

## 5. 结论

随着国内间接空冷机组的不断发展, 气候条件的不断变化, 相应的空冷的防冻措施需要不断改进, 如果不采取可靠的防冻措施, 有可能影响机组的安全稳定运行, 因此, 在现场实际工作中要不断总结提炼空冷的防冻方案及措施, 保证空冷系统的安全稳定运行。

## 参考文献

- [1] 石磊, 石诚, 余喆, 等. 间接空冷散热器空冷塔流动和传热的数值研究[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2011, 43(4): 535-540.
- [2] 梁振明, 王平. 国内首例 600 MW 机组间接空冷示范工程及技术[J]. 中国电力, 2010(3): 31-34.
- [3] 朱大宏, 雷平和. 600 MW 直接空冷凝汽器的度夏与防冻能力探讨[J]. 电力建设, 2006, 27(9): 33-36.
- [4] 赵顺安, 徐铭, 张宏伟, 等. 自然通风间接空冷塔优化布置的数值模拟研究[J]. 水动力学研究与进展, 2013, 28(2): 197-202.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2333-5394, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
 左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>  
 期刊邮箱: [jee@hanspub.org](mailto:jee@hanspub.org)