

# Analysis of Common Problems of Cold End Operation of Direct Air Cooling Unit and Its Optimization Measures

Lidong Wang

Guoeng Zheneng Ningdong Power Generation Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

## Abstract

With the continuous growth of global energy demand and the increasingly strict environmental protection requirements, improving the operation efficiency and energy utilization rate of thermal power plants has become an important problem to be solved in the power industry. However, in the widely used direct air cooling unit, cooler generally face fin ash, catkin blockage, deformation leakage, tube leakage and freezing crack and a series of problems, these problems not only lead to the unit back pressure, heat transfer performance decline, also seriously reduce the unit operation efficiency and economy, even to the safety and reliability of the unit, to improve the efficiency and reliability of air cooling unit, put forward a series of comprehensive improvement measures.

## Keywords

power plant; direct air cooling unit; electric power

## 直接空冷机组冷端运行常见问题及其优化措施浅析

王立东

国能浙能宁东发电有限公司, 中国·宁夏 银川 750000

## 摘要

随着全球能源需求的不断增长和环保要求的日益严格,提高火力发电厂的运行效率和能源利用率成为电力行业亟待解决的重要问题。然而,在广泛使用的直接空冷机组中,冷却器普遍面临着翅片积灰、柳絮堵塞、变形漏风、管束泄漏及冻裂等一系列问题,这些问题不仅导致机组背压升高、换热性能下降,还严重降低了机组的运行效率和经济性,甚至对机组的安全性和可靠性构成了威胁,为提升空冷机组效率和可靠性,提出一系列综合改进措施的建议。

## 关键词

发电厂; 直接空冷机组; 电力

## 1 引言

直接空冷机组作为火力发电厂的关键设备之一,其冷端系统的优化对于提升机组整体性能具有至关重要的意义。冷端系统主要包括空冷岛、风机系统、换热管束及其相关辅助设备,其性能直接影响机组的排热效果和运行效率。因此,针对宁夏电力公司空冷机组冷端系统存在的问题,开展一系列优化改造和提质增效工作,对于提高机组的经济性、安全性和可靠性具有重要意义。

在检修治理方面,加强定期清洗工作,改善管束翅片清洁状态;加强风机系统检查与维护,确保风机高效运行;及时消除漏风问题,优化通风系统密封性;定期检查换热管束与蒸汽分配管焊口,预防漏点发生;并采取保温、加热等

措施防止换热管束冻裂。在冷端治理改造方面,提出了加装温度场在线监测系统、自动清洗机器人系统、喷雾降温系统、导流装置及自动封堵防冻系统等方案。这些技术改进旨在实时监测并优化空冷岛运行状态,减少风阻,提升热交换效率,降低机组背压,并在寒冷季节有效防止散热管束结冻,确保机组安全经济运行。通过实施上述措施,宁夏电力公司空冷机组冷端设备的可靠性和运行效率将得到显著提升,进而提高机组带负荷能力和经济性,保障电力生产的安全稳定。

## 2 现存问题

①空冷岛管束翅片清洁状态差,风阻较大空冷热交换效率降低。

②叶片老化,颤动严重、风机系统动平衡较差、风机减速器润滑失效、电机效率降低等因素导致风机整体效率降低,风量减少,空冷热交换效率降低。

③塔侧板漏风、管束变形缝隙增大、单元门关闭不严问题导致通风部分漏风,影响换热导致空冷热交换效率降低。

【作者简介】王立东(1986-),男,中国吉林人,本科,工程师,从事电力企业管理创新及发电厂环保节能降耗技术研究。

④换热管束与蒸汽分配管焊口存在不同程度的吹蚀及裂纹，产生漏点，影响真空导致真空降低空冷换热效率降低。

⑤换热管束冻裂后，对冻裂泄漏管束封堵处理换热面积减少影响换热效果。

### 3 优化方法

针对以上问题，论文提出一系列的解决方法：

首先，通过加强定期清洗工作管理，改善空冷岛管束翅片的清洁状态，减少风阻，提高热交换效率。对于直接空冷机组的定期清洗，要制定并执行定期清洗计划。冲洗小车系统缺陷要及时消除，保证冲洗系统可靠，优化清洗策略，根据环境条件和机组运行状况，实现空冷到管束翅片清洁程度智能诊断，实现清洗周期和清洗方式的灵活调整<sup>[1]</sup>。

其次，加强风机系统的检查和维护，提高风机系统的可靠性和稳定性，减少因风机故障导致的风量减少和换热效率降低。具体措施有：更换老化叶片，定期检查叶片磨损情况，及时更换老化、颤动的叶片，保持风机动平衡。加强风机减速器润滑系统的检查与维护，定期更换润滑油，确保润滑效果。对电机进行能效评估，必要时进行升级或更换高效电机，提高电机效率。定期进行风机动平衡测试，调整不平衡因素，减少振动和噪音。

再次，针对漏风问题，及时消除每个冷却三角及管束、塔侧板的漏风点，确保通风系统的密封性。对塔侧板、管束

变形缝隙、单元门等漏风部位进行密封优化，采用更高效的密封材料和结构，减少漏风量。

最后，对换热管束与蒸汽分配管焊口部位进行重点检查，及时发现并修复缺陷，防止漏点发生，保证真空严密性合格。对冻裂管束也应及时处理，在寒冷季节前，采取保温、加热等预防措施，防止换热管束冻裂。对已冻裂的管束进行封堵处理，减少泄漏；同时评估整体换热效果，必要时更换部分或全部管束，恢复换热面积<sup>[2]</sup>。

### 4 改造方案

除了上述检修及日常维护措施外，论文还提出直接空冷机组冷端治理改造方案主要有：

第一，通过加装温度场在线监测系统，实时监测空冷岛散热器表面温度，准确定位低温点并实时报警，提高机组冬季运行的安全性和可靠性，监测系统平台示意图如图1所示。该系统的技术特点是：通过温度传感器、智慧前端采集器、通讯模块、后台监控软件系统实时监测空冷岛散热器表面温度，监测系统实时反映测温点所在位置，准确定位低温点并实时报警、查看实时报警情况，可迅速对故障分析处理。减少运行人员巡检强度，保证机组冬季安全可靠运行。在保证冷却系统不发生冻结的前提下降低机组背压，实现机组的安全经济运行。冬季工况下系统实时监测散热管束温度，指导运行人员空冷风机的闭环控制，保证机组冬季安全可靠运行。适用于直接空冷机组冬季防冻节能安全运行<sup>[3]</sup>。



图1 直接空冷机组冷端优化，温度监测择优智能控制

第二，加装基于管束脏污检测的自动清洗机器人系统，实现间冷空冷智慧管控系统集控中心监视、一键式操作控制，提高清洗效率和效果。该项目的技术特点：冲洗机器人采用上下双驱柔性移动机器人控制，解决了间接空冷系统圆形轨道弯曲变形的问题，既能很好适应轨道变形，又能保障足够稳定运行。红外测温技术的柔性机器人智慧检测，识别间冷机组翅片堵塞、脏污程度的问题。针对环境温度、机组负荷、管束降温等影响因素，自动改变治理方式、合理优化

治理模式。分析历史治理效果、寻优，合理选择治理方案能够尽享全自动治理。实现间冷空冷智慧管控系统集控中心监视、一键式操作控制问题，真正实现现场无人化冲洗。智能治理机器人工作机理，解决了高压喷头压力不均问题、喷嘴精细冲洗技术问题、除盐水的节约问题。形成了一套多种智慧冲洗模式。

第三，加装喷雾降温系统，通过喷水雾水汽化吸收冷却风热量，降低冷却风干球温度，提高散热器热交换效率，

该系统示意图如图2所示。该项目的技术特点：喷嘴安装在塔内风机的正上方，距离风机距离1~2m处，喷嘴在一定压力下（如0.5~1MPa）将除盐水完全雾化，与空气高度混合，使得雾化水汽快速汽化吸收冷却风大量热量（潜热），达到快速降低冷却风干球温度，降低散热器温，少量未汽化的水汽通过风机送至散热器表面，通过翅片后将热量迅速带走，喷雾降温系统，通过喷水雾水汽化，吸收潜热，快速降低冷却风干球温度，提高散热器热交换效率，降低机组2~5kPa。提高机组带负荷能力及效率。喷雾降温系统也能够弥补或抑制空气环境温度升高对管束散热的影响，避免了风向、风速变化后，在散热器入口处形成的热风回流现象，有效控制了机组背压的升高，夏季高温时对直接空冷机组空冷岛入口处空气温度的影响。

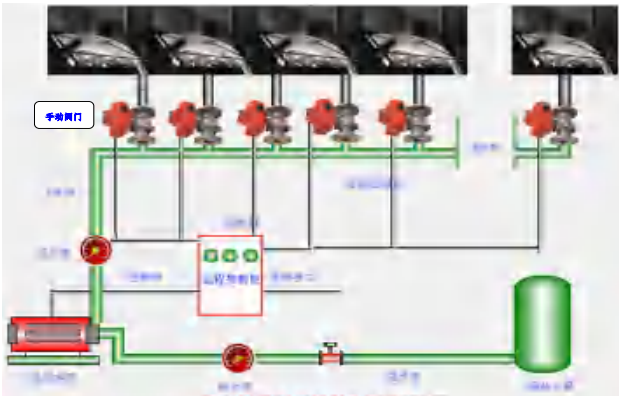


图2 单台机组喷雾降温系统示意图

第四，加装导流装置优化空冷塔塔内风场，减少各散热器管束之间的冷却量差异，提升冷却效率，该装置示意图如图3所示。该项目的技术特点：优化空冷塔塔内的风场，根据塔内风机单元的各点的风速，三维塔内的风场，根据建模分析及大数据，分析冷却单元散热器的冷却数据，针对性地加装导流装置，建立零压差型塔内的风场，减少各散热器管束之间的冷却量差异，避免塔根部的涡流负压而产生的热气回流，提升冷却效率，全年平均背压降低1kPa。

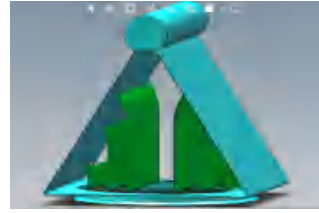


图3 导流装置优化示意图

第五，加装基于温度场的空冷岛自动封堵防冻系统。

加装基于温度场的空冷岛自动封堵防冻系统，防止散热器管束结冻，保障机组冬季安全运行。该项目的技术特点：在空冷室风机风筒的正上方安装电动挡风帘，通过对电动卷帘开度的控制来调节空冷室的进风量，通过对进风量的控制，以使空冷室的温度被控制在一个合理的范围内，由此起到防止散热器管束结冻的作用。自动封堵装置，采用自动控制，一键启动，实现随时开合，及时停止，调整覆盖面积在0~100%，调节时可以在任意位置停止挡风帘，使用灵活，实现在冬季自动封堵空冷岛风机进风口功能，达到冬季防冻的目的，同时避免因防冻压力采取相对较高的背压运行，降低煤耗。

## 5 结论

宁夏电力公司空冷机组冷端系统的优化改造对于提升机组运行效率和经济性具有重要意义。通过采取一系列综合改进措施，不仅可以解决当前存在的问题，还可以为机组的长期稳定运行提供有力保障。论文的研究旨在为宁夏电力公司空冷机组冷端系统的优化改造提供理论依据和实践指导，为推动中国火力发电行业的可持续发展贡献力量。

## 参考文献

- [1] 王涛.“双碳”目标下火力发电行业发展现状与前景分析[J].现代工业经济和信息化,2024,14(7):171-173.
- [2] 陈美霞.火力发电厂电气运行故障原因及解决对策的研究[J].家电维修,2024(8):95-97.
- [3] 魏静,张力,陈志强.基于多参量监测的直接空冷机组冷端优化控制系统研究与应用[J].电站系统工程,2023,39(3):15-18.