

火电厂冷却水系统的节能改造与实践

周海陆¹ 高鹏伟¹ 项聿龙¹ 陈强²

1. 华能新华发电有限责任公司 黑龙江 大庆 163000

2. 华能肇东生物质能发电有限公司 黑龙江 肇东 151100

摘要：随着全球能源需求的不断增长和环境保护意识的增强，火力发电厂作为能源生产的重要组成部分，其冷却水系统的节能改造显得尤为重要。本文旨在探讨火电厂冷却水系统的节能潜力，提出具体的改造策略，并制定相应的实践保障措施，以期为火电厂的可持续发展提供理论支持和技术指导。

关键词：火电厂；冷却水系统；节能改造

引言

火电厂在发电过程中产生大量热量，需要通过冷却水系统及时带走，以确保机组的正常运行。然而，传统的冷却水系统存在能耗高、水资源浪费严重等问题，亟需进行节能改造。本文将从冷却水系统的类型、能耗分析、改造策略及实践保障措施等方面展开论述。

1 火电厂冷却水系统概述

1.1 冷却水系统类型

火电厂冷却水系统主要分为开式冷却水系统和闭式冷却水系统。开式系统直接将使用后的冷却水排入自然水体（如河流、湖泊等）或通过冷却塔进行散热，这种方式简单直接，但对环境有一定影响，且水资源消耗较大。闭式系统则通过冷却塔和闭式循环管道实现热量的交换，冷却水在系统中循环使用，不直接排入环境，从而显著减少水资源消耗，并对环境友好。

1.2 能耗分析

冷却水系统的能耗是火电厂整体能耗的重要组成部分，主要来源于以下几个方面：（1）冷却水泵能耗：冷却水泵负责将冷却水从水源处抽取并输送到冷却设备，其运行需要消耗大量的电能。水泵的选型、运行方式和效率直接影响系统的能耗。（2）冷却塔风机能耗：冷却塔通过风机产生风流，加速冷却水与空气的热量交换，实现水的降温。风机的运行同样需要消耗电能，且其能耗随风量、风速等参数的变化而变化。（3）水质处理能耗：为了防止冷却水系统中的设备受到腐蚀、结垢等影响，需要对冷却水进行一定的处理，如加药、过滤等。这些处理过程同样需要消耗一定的能源^[1]。（4）管道阻力能耗：冷却水在管道中流动时，会受到管道阻力的影响，导致能耗的增加。管道的长度、直径、材质以及水流速度等因素都会影响管道阻力的大小。特别是在高温季节，由于环境温度的升高，冷却塔的散热效率会

下降，为了满足机组的冷却需求，往往需要增加冷却水量和提高风机的转速，这进一步增加了冷却水系统的能耗。因此，对冷却水系统进行节能改造和优化运行策略对于降低火电厂的整体能耗具有重要意义。

2 火电厂冷却水系统节能改造策略

2.1 优化冷却塔设计

2.1.1 提升淋水填料性能

淋水填料在冷却塔中扮演着促进水与空气热交换的关键角色。传统的填料可能受限于材质和结构，导致换热效率不尽如人意。为此，推荐更换为高效的淋水填料，特别是PVC片材填料。这种新型填料具有更大的比表面积，意味着更多的水能够与空气进行有效接触，从而实现更高效的热交换。同时，其优异的亲水性确保了水在填料表面的均匀分布，进一步增强了换热效果。通过这些改进，出塔水温将显著降低，从而提高了冷却效率。

2.1.2 优化循环水量

循环水量的调控是平衡冷却效果与能耗的关键。过多的循环水量会增加水泵的负荷，导致能耗上升；而过少的循环水量则可能无法满足机组的冷却需求，影响发电效率。因此，需要通过精细的调整来找到最佳的循环水量。这可以通过实时监测冷却水温和机组负荷来实现。例如，当机组负荷较高时，适当增加循环水量以确保冷却效果；而当机组负荷较低时，则可以适当减少循环水量以降低能耗。通过这种动态调整，可以在满足冷却需求的同时，最大限度地降低能耗。

2.1.3 加强维护管理

冷却塔的维护管理对于保持其长期高效运行至关重要。需要制定定期的维护计划，包括清理淋水填料和喷嘴，以防止堵塞和结垢导致的换热效率下降。同时，还应定期检查冷却塔的结构完整性，确保其能够长期稳定运行。此外，还应加强对冷却塔运行状态的监测，及时发现

并处理潜在问题,以避免因故障导致的额外能耗和停机时间。通过这些维护管理措施的实施,我们可以延长冷却塔的使用寿命,并确保其始终保持在最佳工作状态。

2.2 引入高效冷却设备

2.2.1 自然风冷替代传统水冷

在条件允许的情况下,可以考虑采用自然风冷或空冷技术来替代部分或全部的水冷设备。自然风冷技术利用自然环境中的空气来冷却设备,从而减少了对水资源的依赖和消耗。这种技术特别适用于气候较为凉爽或干燥的地区,因为在这些地区,空气的自然冷却效果更佳。通过实施自然风冷技术,我们可以显著降低冷却水系统的能耗,并减少对环境的负担。对于空冷技术,它通常是通过使用大型的风扇或风机来将空气吹过散热片或散热管,从而实现热量的转移和散发。相比传统的水冷方式,空冷技术可以减少水泵和冷却塔的能耗,并且不需要大量的水资源。当然,在选择使用自然风冷或空冷技术时,需要综合考虑火电厂的地理位置、气候条件以及设备的具体需求,以确保技术的可行性和经济性。

2.2.2 变频调速技术的应用

变频调速技术是一种先进的节能技术,它可以通过在冷却水泵和风机上加装变频器来实现对设备转速的自动调节。传统的冷却水泵和风机通常是以固定的转速运行,这可能导致在某些情况下能耗的浪费。而变频调速技术可以根据实际的冷却需求来自动调节设备的转速,从而达到节能降耗的效果。具体来说,当火电厂的负荷较低或环境温度较低时,冷却水系统的冷却需求也会相应减少^[2]。此时,变频调速技术可以自动降低冷却水泵和风机的转速,以减少能耗。反之,当负荷较高或环境温度较高时,系统可以自动增加转速以满足冷却需求。通过这种智能的调节方式,可以实现冷却水系统的能效最大化,并显著降低能耗。

2.3 改进水质处理工艺

2.3.1 提高水质标准

对于不允许结垢的换热元件,需要采用高品质的除盐水进行冷却。这是因为传统的水质可能含有较多的杂质和矿物质,容易在换热元件表面形成结垢,从而导致热交换效率下降和能耗增加。而高品质的除盐水经过特殊处理,去除了大部分的杂质和矿物质,可以有效减少结垢的形成,保持换热元件的清洁和高效运行。为了实现这一目标,需要对现有的水质处理工艺进行升级或改造。这可能包括增加除盐设备、优化处理流程或提高处理效率等。同时,我们还需要对冷却水进行定期的监测和检测,以确保其水质始终符合高品质除盐水的要求。

2.3.2 循环水高浓缩倍率运行

循环水高浓缩倍率运行是一种有效的节能降耗技术。通过预处理、加酸运行等技术手段,可以提高循环水的浓缩倍率,从而减少排污水量和新鲜水的补充量。具体来说,预处理可以去除循环水中的大部分杂质和污染物,为后续的浓缩处理创造更好的条件。而加酸运行则可以调节循环水的pH值,使其更适合进行浓缩处理。为了实现循环水的高浓缩倍率运行,需要对现有的循环水系统进行改造或升级。这可能包括增加预处理设备、优化加酸系统或提高浓缩处理效率等。同时,我们还需要对循环水进行定期的监测和检测,以确保其水质始终符合高浓缩倍率运行的要求。在实施循环水高浓缩倍率运行时,还需要考虑其对火电厂整体运行的影响。例如,需要确保新的水质处理工艺能够满足机组的冷却需求,同时不会对机组的运行造成负面影响。此外,我们还需要对新的水质处理工艺进行经济性和可行性的评估,以确保其在实际应用中的效果。

2.4 优化系统布局与管道设计

2.4.1 合理布局冷却水管网

在火电厂冷却水系统中,管道的布局对系统的整体性能有着重要影响。为了降低管道阻力并提高冷却水循环效率,需要对冷却水管网进行合理布局。具体来说,应尽量减少管道的长度和弯头数量。较长的管道会增加水流的阻力,从而降低循环效率;而弯头则会导致水流方向的改变,同样会增加阻力^[3]。因此,在设计或改造冷却水管网时,应尽量采用直线布局,并减少不必要的弯头,以降低管道阻力并提高冷却水的循环效率。

2.4.2 采用高效管道材料

管道材料的选择也对冷却水系统的性能有着重要影响。传统的管道材料可能存在内壁粗糙、易腐蚀等问题,这些问题会增加水阻和结垢的风险,从而降低系统的整体性能。为了改善这一问题,应选用内壁光滑、耐腐蚀的不锈钢管道作为冷却水系统的管道材料。不锈钢管道具有优异的耐腐蚀性能,可以长期保持内壁的光滑,从而减少水阻和结垢的风险。同时,不锈钢管道还具有较高的强度和稳定性,可以承受较高的水压和温度变化,确保系统的安全运行。在实施优化系统布局与管道设计的策略时,需要确保新的布局和管道材料能够满足机组的冷却需求,同时不会对机组的运行造成负面影响。

3 节能改造策略实践的保障措施

为了确保火电厂冷却水系统节能改造策略的有效实施,必须制定并执行一系列具体、细致且全面的保障措施。这些措施不仅涵盖了管理制度的完善、技术支撑的

强化,还包括了运维管理的加强,以确保节能改造策略能够顺利推进并取得预期效果。

3.1 完善管理制度

首先,建立节能管理制度是保障节能改造策略实施的基础。在这一制度下,需要明确节能目标和责任分工,将节能任务细化到各个部门和个人,确保每个人都清楚自己的节能职责和任务。为此,可以制定一份详细的节能改造计划和实施方案,该方案应包括节能的具体目标(如降低能耗的百分比、提高冷却效率的指标等)、改造的具体措施(如采用新型换热器、优化水流路径等)、实施的时间节点、负责的责任部门以及预期的效果等,以确保节能改造工作的有序进行^[4]。其次,加强节能宣传培训也是提高全员节能意识的重要途径。可以定期组织节能技术和操作培训,通过课堂讲解、现场示范、互动问答等多种方式,使员工更加深入地了解节能改造的重要性和具体措施。培训内容可以包括节能原理的讲解、节能案例的分享、节能操作技巧的传授等。同时,还可以利用企业内部网站、宣传栏、电子屏幕等多种渠道,发布节能知识和技巧,营造浓厚的节能氛围,激发员工参与节能改造的积极性。

3.2 强化技术支撑

在技术研发与创新方面,火电厂应设立专门的节能研发团队,负责新技术的研发和推广工作。这个团队可以密切关注国内外最新的节能技术动态,结合火电厂的实际情况,进行技术的引进、消化、吸收和再创新。团队可以开展与高校、科研机构等的合作,共同研发适合火电厂冷却水系统的节能新技术,并推动这些技术在火电厂的应用和推广。为了建立监测与评估体系,火电厂可以引入先进的能耗监测设备和技术,对冷却水系统的能耗进行实时监测。这些监测设备可以包括流量计、温度计、压力表等,用于实时采集冷却水系统的运行数据。同时,建立一套完善的能耗数据分析系统,定期对系统能耗进行评估和分析。该分析系统可以对采集的数据进行处理和分析,生成能耗报告和评估结果,帮助火电厂找出能耗高的环节和原因,为制定针对性的节能措施提供依据。根据监测和评估结果,可以及时调整优化

策略,确保节能改造策略的持续有效。

3.3 加强运维管理

在实施精细化运维方面,火电厂可以制定一份详细的巡查和维护计划。该计划应包括巡查路线的规划、检查内容的明确、维护周期的设定等。同时,建立一支专业的运维团队,负责冷却水系统的日常巡查和维护保养工作。这支团队可以定期对设备进行清洗、润滑、紧固等保养工作,及时发现并处理设备故障和隐患,确保设备的良好运行状态。为了建立应急响应机制,火电厂可以制定一份详细的冷却水系统应急响应预案。这份预案应包括应急响应的流程、责任部门的明确、应急措施的制定等,并明确各级管理人员的应急职责和任务。同时,定期组织应急演练和培训,提高员工的应急响应能力和协作水平。在突发情况下,可以迅速有效地启动应急响应预案,确保冷却水系统的正常运行和火电厂的安全生产。

结语

火电厂冷却水系统的节能改造是实现火力发电行业可持续发展的重要途径。通过优化冷却塔设计、引入高效冷却设备、改进水质处理工艺以及优化系统布局与管道设计等措施,可以显著降低冷却水系统的能耗和水资源消耗。同时,通过完善管理制度、强化技术支撑和加强运维管理等实践保障措施,可以确保节能改造措施得到有效实施和持续优化。未来,随着节能技术的不断进步和应用推广,火电厂冷却水系统的节能降耗工作将取得更加显著的成效。

参考文献

- [1]孟冠杰,白林.火电厂给水泵机械密封冷却水系统优化[J].广西电力,2023,46(04):77-81.
- [2]汪雪姣.电厂循环冷却水系统节水及零排放技术研究[J].中国新技术新产品,2021,(05):68-70.
- [3]赵魏巍.电厂循环冷却水系统节水及零排放技术研究[J].中国资源综合利用,2020,38(07):182-184.
- [4]王云.电厂循环冷却水系统节水及零排放技术研究[J].中国新技术新产品,2023,(17):77-79.