

电厂辅机冷却水系统配置优化设计

鲁道德

中国能源建设集团浙江火电建设有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：电厂辅机冷却水系统对保障电厂稳定运行至关重要。当前系统在设备配置、流程设计及匹配性方面存在不足。本文针对这些问题，提出优化设计原则，包括系统性、适配性、可靠性、经济性与可操作性。基于此原则，从设备配置、系统流程及系统匹配性三方面提出优化方案，如精准选型冷却水泵、优化冷却塔结构、简化冗余流程环节等，以提升系统冷却效率与运行稳定性，降低运维成本，保障电厂辅机设备长期安全稳定运行。

关键词：电厂辅机；冷却水系统；配置优化；设备选型；流程设计

引言：电厂辅机冷却水系统作为电厂辅助系统的关键部分，承担着为辅机设备提供稳定冷却支撑的重要任务。其运行状况直接影响电厂辅机设备的安全性与运行效率。然而，当前电厂辅机冷却水系统在设备配置、系统流程及系统匹配性等方面存在诸多问题，导致冷却效率低下、运行稳定性不足。因此，对电厂辅机冷却水系统进行配置优化设计，提升系统整体性能，成为保障电厂安全稳定运行的重要课题。

1 电厂辅机冷却水系统构成

1.1 系统整体结构

电厂辅机冷却水系统是电厂辅助系统的重要组成部分，遵循热能动力工程与流体力学相关技术原理，构建分级串联与并联相结合的整体结构^[1]。系统以冷却介质循环为核心，划分冷却供水单元、换热单元、回水处理单元及管网输送单元，各单元通过管道网络有机衔接，形成完整的介质循环回路。结构设计需适配电厂辅机负荷变化特性，兼顾冷却效率与运行可靠性，合理规划各单元空间布局，确保冷却介质在各环节顺畅流通，为电厂各类辅机设备提供稳定的冷却支撑，保障辅机设备在适宜温度范围内安全运行。

1.2 主要设备组成

电厂辅机冷却水系统主要设备选型与配置需符合电厂辅机冷却技术规范，核心设备涵盖冷却水泵、冷却塔、换热设备、水质处理设备及管道附件。冷却水泵作为系统动力源，选用高效节能型离心泵，依据系统流量与压力需求确定规格型号，保障冷却介质循环动力充足。冷却塔承担冷却介质降温任务，采用机械通风式或自然通风式结构，配备喷淋装置与填料层，实现冷却介质与空气的充分热交换。换热设备根据辅机冷却需求选用管壳式或板式换热器，确保冷却介质与辅机设备散热介质高效换热。水质处理设备包括过滤器、加药装置等，用于控制冷却介质水

质，防止管道与设备结垢、腐蚀。

1.3 系统运行流程

电厂辅机冷却水系统运行流程围绕冷却介质循环展开，遵循流体循环与热交换基本原理。冷却水泵启动后，将经过处理的冷却介质输送至各辅机设备的冷却腔室，吸收辅机运行过程中产生的热量，使辅机设备温度维持在规定范围。吸收热量后的冷却介质通过回水管网输送至冷却塔，在冷却塔内通过喷淋与通风作用，将热量传递至外界空气，完成冷却介质降温。降温后的冷却介质经集水装置收集，送入水质处理设备进行过滤、除垢等处理，去除介质中杂质与有害成分，确保介质性能符合运行要求。处理合格的冷却介质重新进入冷却水泵，开启新一轮循环，形成持续稳定的冷却运行流程，保障辅机设备长期安全稳定运行。

2 电厂辅机冷却水系统配置现存问题

2.1 设备配置层面问题

设备配置层面问题主要集中在选型适配性与设备性能适配性不足，违背电厂辅机冷却设备配置相关技术规范^[2]。冷却水泵选型未充分结合系统实际运行负荷，部分水泵规格与系统流量、压力需求不匹配，运行时易出现扬程不足或能耗过高现象，长期运行会加剧设备磨损，缩短使用寿命。冷却塔配置存在结构不合理问题，填料层老化、喷淋装置布置不均，导致冷却介质与空气热交换效率下降，无法实现冷却介质高效降温。换热设备规格选型偏差，换热面积与辅机散热需求不匹配，易出现换热不充分问题，影响辅机冷却效果。水质处理设备配置简易，过滤精度与除垢能力不足，难以有效控制冷却介质中杂质含量，易引发管道与设备结垢、腐蚀，影响系统运行稳定性。

2.2 系统流程配置层面问题

系统流程配置层面问题体现在流程设计合理性不

足,未遵循流体循环高效性原则,存在流程冗余与衔接不畅现象。冷却介质循环流程设计未充分考虑各单元衔接效率,回水管网布置不合理,导致介质流动阻力增大,影响循环速度,降低冷却效率。水质处理流程衔接不顺畅,冷却介质降温后未及时进入处理环节,部分未处理介质直接进入循环,加剧管道与设备损耗。流程设计未兼顾不同工况下的适配性,当电厂辅机负荷发生变化时,循环流程无法快速调整,易出现冷却介质流量分配不均、水温控制失衡等问题。此外,流程中缺少必要的分流与调节环节,难以根据各辅机冷却需求精准分配冷却介质,影响整体冷却效果。

2.3 系统匹配性层面问题

系统匹配性层面问题主要表现为系统与辅机设备、运行工况及电厂整体系统的适配性不足,不符合电厂辅机冷却水系统整体设计要求。系统与辅机设备匹配度不够,冷却介质供给参数与辅机冷却需求不契合,部分辅机冷却流量不足、水温过高,无法保障辅机设备安全运行,部分辅机则出现冷却过度,造成能源浪费。系统与运行工况适配性差,当电厂处于启停、负荷调整等特殊工况时,系统配置无法快速响应工况变化,易出现运行波动,影响冷却稳定性。系统与电厂整体辅助系统衔接不紧密,冷却介质供给与其他辅助系统协调不足,易出现介质供应中断或压力失衡等问题,进而影响电厂整体运行效率,同时系统自身配置参数与电厂场地、环境条件适配不足,增加运维难度与运行成本。

3 电厂辅机冷却水系统配置优化设计原则

3.1 系统性原则

系统性原则以系统工程理论为核心支撑,贯穿电厂辅机冷却水系统配置优化设计全流程,强调优化工作的整体性与关联性,拒绝孤立优化单一设备或单一环节。优化设计需统筹梳理系统各组成单元、各运行环节及各类影响因素,构建覆盖设备配置、流程设计、参数设定的整体优化体系,确保各部分优化方向一致、协同联动^[3]。设计过程中需深入分析冷却供水、换热、回水处理、管网输送等单元的内在关联,兼顾各设备运行特性与流程衔接效率,避免局部优化与系统整体运行需求脱节。优化方案需立足系统闭环运行逻辑,确保设备选型、流程调整、参数优化能够相互适配,形成高效协同的运行整体,既满足各辅机设备冷却需求,又实现系统整体性能的全面提升,契合电厂辅机冷却水系统一体化运行的技术要求。

3.2 适配性原则

适配性原则是电厂辅机冷却水系统配置优化设计的

核心导向,严格遵循电厂辅机冷却相关技术规范与行业标准,核心是实现系统配置与实际运行条件的精准契合。优化设计需全面结合电厂机组容量、辅机设备类型、运行负荷特性,针对性调整设备规格、流程布局与运行参数,使系统能够精准匹配各辅机设备的冷却需求,避免冷却能力不足或过度冷却的问题。同时需充分考量电厂场地空间条件、环境气候特点及现有辅助系统布局,优化设备安装位置与管网走向,避免优化方案与现场实际条件冲突,降低施工改造难度与前期投资成本。优化设计需注重系统与电厂整体运行体系的衔接适配,确保冷却系统能够无缝融入电厂辅助系统,实现与其他辅助系统的顺畅协同,保障电厂整体运行的协调性与高效性。

3.3 可靠性原则

可靠性原则立足电厂辅机冷却水系统连续运行的工作特性,以保障系统长期稳定运行为核心目标,强化系统抗干扰、抗故障能力与运行稳定性。优化过程中需优先选用性能稳定、质量达标、符合行业规范的设备,结合系统运行负荷与工况特点,合理设计系统冗余配置,避免单一设备故障导致整个系统停运,确保系统在部分设备检修或故障时仍能维持基本冷却功能。流程设计需注重稳定性与容错性,简化冗余衔接环节,减少流程漏洞,降低运行过程中故障发生概率。同时需充分考虑设备运行损耗、冷却介质腐蚀、环境因素影响等潜在问题,在优化设计中融入针对性防护措施,优化设备防护结构与介质处理工艺,延长设备使用寿命,确保系统在各类工况下均能持续稳定运行,为电厂辅机设备提供不间断的可靠冷却保障。

3.4 经济性原则

经济性原则兼顾优化设计的投资成本与长期运行成本,遵循节能降耗与成本控制的技术导向,实现技术性能与经济效益的平衡,符合电厂节能增效的发展需求。优化过程中需合理开展设备选型,避免过度追求高性能、高参数导致投资成本过高,优先选用高效节能型设备,降低系统长期运行能耗,减少能源浪费。流程优化需简化冗余环节,合理调整管网布局,减少冷却介质损耗与设备运维成本,同时优化系统运行参数,提升能源利用效率,降低单位冷却量的能耗投入。设计过程中需综合考量设备采购、施工改造、运维管理、能耗消耗等全生命周期成本,在满足冷却需求与可靠性要求的前提下,优化方案设计,最大限度降低系统综合运行成本,实现经济效益与技术效益的双重提升。

3.5 可操作性原则

可操作性原则聚焦优化设计方案的实际落地性与后期运维便捷性,结合电厂现有运维技术水平、人员配置及施工条件,确保方案能够顺利实施且便于后期管控。优化设计需避免采用过于复杂的技术与设备,简化施工流程与改造步骤,降低施工技术门槛与施工难度,确保施工过程符合电厂现场施工规范^[4]。设备选型需优先考虑通用性强、运维便捷、配件易获取的型号,减少后期检修、维护与设备更换的难度,降低运维工作量。同时需明确优化方案的实施步骤、技术要点与操作规范,结合电厂运维人员专业能力,优化系统操作界面与管控方式,确保运维人员能够快速掌握系统操作与管理方法,保障优化后的系统能够正常投入运行并实现高效管控,避免因操作复杂导致系统运行异常。

4 电厂辅机冷却水系统配置优化设计方案

4.1 设备配置优化

设备配置优化需严格遵循电厂辅机冷却设备技术规范,结合系统现存设备问题与优化原则,针对性开展设备选型与配置调整。冷却水泵优化需结合系统实际运行负荷,选用高效节能型离心泵,依据流量、压力需求精准确定规格型号,优化水泵运行参数,减少能耗与设备磨损,提升循环动力稳定性。冷却塔优化需更换老化填料层,重新布置喷淋装置,确保喷淋均匀性,结合场地条件优化塔体结构,提升热交换效率,实现冷却介质高效降温。换热设备优化需根据各辅机散热需求,精准匹配合换面积,选用换热效率高、稳定性强的管壳式或板式换热器,优化换热器安装角度与连接方式,强化换热效果。水质处理设备优化需升级过滤与除垢装置,提升过滤精度与除垢能力,完善水质监测功能,实时把控冷却介质水质,防范管道与设备结垢、腐蚀问题。

4.2 系统流程配置优化

系统流程配置优化需立足流体循环高效性原理,简化冗余环节,优化流程衔接,提升循环效率与稳定性。梳理冷却介质循环流程,合理调整回水管网布置,减少管道弯头与阻力,提升介质循环速度,降低能耗。优化水质处理流程衔接,确保冷却介质降温后及时进入处理环节,杜绝未处理介质直接参与循环,减少管道与设备损耗。结合不同工况负荷特性,增设分流与调节环节,可根据各辅机冷却需求精准分配冷却介质,实现按需供冷。优化流程切换机制,确保电厂辅机负荷变化时,循

环流程能够快速适配调整,维持水温、流量稳定,避免出现失衡问题,提升系统流程运行的灵活性与高效性。

4.3 系统匹配性优化

系统匹配性优化需围绕系统与辅机设备、运行工况及电厂整体系统的适配性展开,实现协同高效运行。结合各辅机设备冷却需求,优化冷却介质供给参数,调整流量、水温控制标准,避免冷却不足或过度冷却现象,保障辅机设备安全运行的同时减少能源浪费^[5]。针对电厂启停、负荷调整等特殊工况,优化系统响应机制,调整设备运行参数与流程布局,提升系统对工况变化的适应能力,减少运行波动。加强系统与电厂整体辅助系统的衔接设计,优化介质供给协调机制,避免出现介质供应中断或压力失衡问题,提升电厂整体运行效率。结合电厂场地、环境条件,优化系统布局与设备安装位置,降低运维难度,控制运行成本,实现系统与现场条件的精准适配。

结束语

电厂辅机冷却水系统配置优化设计是一项系统性工程,涉及设备选型、流程设计及系统匹配等多个方面。通过遵循系统性、适配性、可靠性、经济性与可操作性原则,对设备配置、系统流程配置及系统匹配性进行全面优化,可有效解决当前系统存在的问题,提升冷却水系统性能。优化后的系统能够为电厂辅机设备提供更加稳定可靠的冷却支撑,降低运维成本,提高电厂整体运行效率与经济效益,为电厂的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]袁长营.电厂辅机冷却水系统优化改造实例[J].新潮电子,2026(4):190-192.
- [2]赵振华,陈富杰,马永立,等.核电厂辅助给水发电励磁系统及负载控制回路改造与设计[J].仪器仪表用户,2023,30(1):65-69.
- [3]周俊,乔泽,肖调兵,等.某滨海电厂辅助冷却水系统衬胶管道的腐蚀穿孔原因及其防护措施[J].腐蚀与防护,2021,42(9):95-97.
- [4]刘喜,张程亮,李庆峰,等.垃圾焚烧发电厂冷却水系统一键启动及现场总线应用[J].科技创新与应用,2024,14(22):110-115.
- [5]杭宇翰.基于经济效益最大化的电厂汽机辅机运行方式优化研究[J].自动化应用,2024,65(23):170-172.