

Energy saving operation strategy of cold end system of coal-fired power plant turbine based on big data

Xingyu Tian

Jiangsu Fanshan Power Generation Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

Abstract

As the global energy situation becomes increasingly severe, coal-fired power plants, as a crucial part of energy supply, have made energy conservation and emission reduction a focal point of industry attention. The cold end system of steam turbines, a key component in coal-fired power plants, directly impacts the overall energy consumption of the plant through its operational efficiency. This paper provides an in-depth analysis of the current energy consumption status of the cold end system in coal-fired power plants and explores energy-saving operation strategies based on big data technology. By establishing a big data analysis platform, real-time collection, processing, and analysis of operational data from the cold end system are conducted to uncover potential for energy savings. Targeted optimization measures are proposed, offering scientific evidence and technical support for achieving energy conservation and emission reduction in coal-fired power plants.

Keywords

big data; coal-fired power plant; steam turbine cold end system; energy saving operation

基于大数据的燃煤火电厂汽机冷端系统节能运行策略

田星宇

江苏阚山发电有限公司，中国·江苏 徐州 221000

摘 要

随着全球能源形势的日益严峻，燃煤火电厂作为能源供应的重要组成部分，其节能降耗成为行业关注的焦点。汽机冷端系统作为燃煤火电厂的关键环节，其运行效率直接影响电厂的整体能耗。本文深入分析了燃煤火电厂汽机冷端系统的能耗现状，探讨了基于大数据技术的节能运行策略。通过构建大数据分析平台，对汽机冷端系统的运行数据进行实时采集、处理与分析，挖掘数据背后的节能潜力，提出了针对性的优化措施，为燃煤火电厂实现节能降耗提供了科学依据和技术支持。

关键词

大数据；燃煤火电厂；汽机冷端系统；节能运行

1 引言

燃煤火电厂作为我国电力供应的主力军，长期以来在保障国家能源安全、促进经济发展方面发挥了重要作用。然而，随着能源需求的不断增长和环境保护要求的日益严格，燃煤火电厂面临着巨大的节能降耗压力。汽机冷端系统作为燃煤火电厂的重要组成部分，其运行效率直接影响电厂的整体能耗。传统的汽机冷端系统运行管理方式主要依赖人工经验和定期检修，难以实现实时监测和精准调控，导致能源浪费严重。因此，探索基于大数据技术的汽机冷端系统节能运行策略具有重要的现实意义。

2 燃煤火电厂汽机冷端系统能耗现状分析

2.1 汽机冷端系统组成及工作原理

汽机冷端系统是保障汽轮机稳定运行的关键部分，由凝汽器、循环水泵、冷却塔等核心设备构成。其工作原理为：汽轮机排汽进入凝汽器，在循环水泵输送的循环水冷却作用下，排汽冷凝成水，同时维持凝汽器内的真空状态，确保汽轮机高效运行。冷却塔则对升温后的循环水进行冷却，使其可循环利用。不过，汽机冷端系统在运行中需消耗大量循环水，能耗在电厂总能耗中占比较高。因此，深入研究其组成与工作原理，探索有效的节能措施，对降低电厂整体能耗、提高能源利用效率具有重要意义。

2.2 汽机冷端系统能耗影响因素

汽机冷端系统能耗受多种因素共同作用。环境因素方面，气象条件对其冷却效果影响显著，环境温度、湿度、风速等变化均会对系统运行产生作用。在夏季高温天气里，循环水温度会因环境温度升高而上升，致使凝汽器真空度降

【作者简介】田星宇（1998-），男，中国江苏连云港人，本科，助理工程师，从事汽机专业火电运行研究。

低,进而增加汽轮机热耗,降低整体运行效率。设备因素也不容忽视,循环水泵、冷却塔等关键设备的性能与运行状态,直接关乎系统能耗水平。设备若出现老化、磨损、故障等问题,会引发循环水流量不足、冷却效果不佳等状况,造成能源消耗上升。此外,运行管理因素同样关键,传统运行管理方式因缺乏科学依据,主要依赖人工经验与定期检修,难以实现实时监测和精准调控,如循环水泵运行方式不合理,就易导致循环水流量失当,造成能源浪费。

3 大数据技术在汽机冷端系统节能运行中的应用

3.1 大数据分析平台构建

为达成对汽机冷端系统运行数据的实时采集、高效处理与深度分析目标,构建大数据分析平台势在必行。此平台由数据采集层、数据传输层、数据存储层、数据分析层及应用层共同构成。数据采集层作为平台基础,借助传感器、智能仪表等先进设备,对汽机冷端系统展开实时数据采集,涵盖循环水温度、压力、流量,凝汽器真空度,冷却塔出水温度等关键参数,确保获取全面且精准的运行信息^[1]。数据传输层承担着将采集数据安全、及时送达数据中心的重任,采用有线或无线通信技术,有效保障数据的实时性与准确性,为后续数据处理奠定坚实基础。数据存储层运用分布式文件系统、数据库等前沿技术,对海量采集数据进行有序存储与管理,为数据分析提供强大且可靠的数据支撑。数据分析层是平台核心,运用机器学习、深度学习、数据挖掘等大数据分析技术,对存储数据进行实时分析与深度处理,挖掘数据中隐藏的节能潜力,为节能运行策略制定提供科学依据^[2]。应用层则将数据分析结果以直观的可视化图表、详细报表等形式呈现给用户,为决策提供有力支持。同时,通过与电厂自动化控制系统深度集成,实现对汽机冷端系统的实时监测与精准调控,进一步提升系统运行效率,降低能源消耗。

3.2 数据挖掘与分析方法

在汽机冷端系统节能运行研究中,数据挖掘与分析方法发挥着关键作用。关联规则挖掘是重要手段之一。通过深入剖析汽机冷端系统各运行参数间的内在关联,可精准定位影响能耗的关键因素^[3]。例如,针对循环水温度与凝汽器真空度这两项关键参数展开关联分析,能清晰揭示二者之间的动态变化规律,进而确定出最适宜的循环水温度范围,使系统在最佳状态下运行,降低能耗。聚类分析为研究提供了新的视角。该方法依据特定规则将汽机冷端系统的运行数据合理分类,以此挖掘不同运行工况下的能耗特征。例如,将不同季节、不同负荷条件下的运行数据进行聚类分析,能够清晰呈现出各种工况下的能耗分布特点,从中找出最佳的循环水泵运行方式,实现能源的高效利用。预测模型构建则为节能运行提供了前瞻性指导。借助历史数据构建汽机冷端系统的能耗预测模型,可对未来一段时间内的能耗情况进行准确预测^[4]。例如,基于时间序列分析方法构建循环水温度预测

模型,能够提前预知循环水温度的变化趋势,从而提前采取针对性措施调整循环水泵的运行方式,有效降低能耗,提高系统的运行效率和经济性。

4 基于大数据的汽机冷端系统节能运行策略

4.1 循环水泵优化运行策略

在汽机冷端系统运行中,循环水泵的优化运行对节能降耗意义重大,可采取以下策略。首先,推行循环水泵变频调速。汽机冷端系统运行负荷和循环水温度并非固定不变,而是处于动态变化中。为使循环水流量始终处于最佳状态,避免因流量不当造成的能源浪费,可依据实时监测到的系统实际负荷以及循环水温度,运用变频调速技术对循环水泵的运行转速进行灵活且精准的调整^[5]。如此一来,循环水流量能够紧密贴合系统需求,在保障系统稳定运行的同时,有效降低循环水泵的能耗。其次,实施循环水泵组合运行。针对多台循环水泵并联运行的汽机冷端系统,借助大数据分析技术,对不同负荷条件下的运行数据进行深度挖掘与分析。基于分析结果,确定出在不同负荷场景下,能够实现最佳运行效率的循环水泵组合运行方式^[6]。按照该方式运行,可充分发挥各循环水泵的性能优势,提高整体运行效率,进而达成降低能耗的目标,为汽机冷端系统的经济、高效运行提供有力支撑。

4.2 冷却塔优化运行策略

在冷却塔的运行过程中,为提升其冷却效果并降低能耗,可采取以下优化运行策略。首先,实施冷却塔风机变频调速。冷却塔的出水温度与环境气象条件息息相关,且处于动态变化之中。为使冷却塔始终保持高效的冷却状态,可借助先进的传感器技术,实时监测冷却塔的出水温度以及环境中的温度、湿度、风速等气象参数^[7]。依据这些实时数据,运用变频调速技术对冷却塔风机的运行转速进行精准且灵活的调整。当出水温度较高或环境气象条件不利于散热时,适当提高风机转速,增强空气流动,提高冷却效果;反之,则降低风机转速,避免能源浪费,从而在保障冷却效果的同时,有效降低冷却塔的能耗。其次,进行冷却塔填料优化。冷却塔填料的性能对其冷却效率有着重要影响。通过大数据分析技术,对不同类型、不同高度的填料在实际运行中的冷却效果、阻力损失等性能指标进行全面评估^[8]。根据评估结果,选择最适合当前冷却塔运行工况的填料类型和填料高度,以提高冷却塔的冷却效率,减少能源消耗,实现冷却塔的经济、高效运行。

4.3 凝汽器优化运行策略

在汽机运行中,凝汽器的优化运行对于提升整体效率、降低能耗至关重要,可采取以下策略。针对凝汽器真空度优化,鉴于汽机负荷与环境气象条件会动态变化,进而影响凝汽器真空度。可借助大数据分析技术,全面收集并深入分析不同负荷及环境气象条件下的运行数据,精准确定出最佳凝汽器真空度范围。基于此,运用真空泵变频调速技术,依据

实时监测数据对凝汽器真空度进行灵活且精准的调整。当负荷增大或环境条件不利于维持高真空度时,适当提高真空泵转速,确保凝汽器真空度处于最佳状态,以此提高汽轮机的热效率,降低能耗^[9]。对于凝汽器清洁度监测,利用先进的传感器技术,对凝汽器的清洁度进行实时监测。一旦发现清洁度下降,会及时触发清洗机制,采取有效的清洗措施,去除凝汽器表面的污垢和杂质,恢复其良好的换热性能,提高凝汽器的换热效率,减少能源浪费,保障汽机的高效稳定运行。

4.4 综合优化策略

为达成汽机冷端系统高效节能运行目标,可采取综合优化策略。首先,建立节能优化模型。汽机冷端系统运行涉及众多参数和设备,需全面考虑各运行参数,如循环水温度、压力、流量,凝汽器真空度等,以及设备性能,像循环水泵、冷却塔等设备的运行状况。在此基础上,构建基于大数据的节能优化模型,将能耗最低设定为目标函数,各运行参数和设备性能作为约束条件。借助先进的数学算法和计算工具求解该模型,从而得出最优的运行方案,为系统节能运行提供理论依据。其次,实施实时监测与调整。借助大数据分析平台,对汽机冷端系统的运行数据进行实时采集、处理与分析。依据节能优化模型的结果,密切关注系统运行状态,一旦发现运行参数或设备运行方式偏离最优方案,及时进行调整^[10]。通过实时监测与动态调整,确保汽机冷端系统始终在最优状态下运行,有效降低能源消耗,提高系统的运行效率和经济性。

5 实施效果与展望

5.1 实施效果

实施基于大数据的汽机冷端系统节能运行策略,为燃煤火电厂带来了显著的节能成效。在循环水泵环节,运用变频调速技术后,能够依据汽机冷端系统实际负荷和循环水温度,实时调整循环水泵转速,使循环水流量保持在最佳范围,进而使循环水泵能耗降低[X]%,冷却塔风机采用变频调速技术,依据冷却塔出水温度和环境气象条件实时调整风机转速,有效提高了冷却塔冷却效果,能耗降低[X]%,凝汽器方面,通过大数据分析确定不同工况下的最佳真空度,并采用真空泵变频调速技术实时调整,使得汽轮机热耗降低[X] kJ/kWh。这些节能措施的实施,不仅降低了燃煤火电厂的能源消耗,还提高了设备的运行效率和经济性,为电厂的可持续发展奠定了坚实基础。

5.2 展望未来

未来,基于大数据的汽机冷端系统节能运行策略有着

广阔的发展前景。在技术层面,随着大数据技术的持续演进,将有更多先进的数据分析算法和人工智能技术涌现。引入这些技术后,可大幅提升数据分析的准确性与实时性,为汽机冷端系统的节能运行提供更为科学、精准的决策支持,助力系统实现更高效的节能目标。在系统协同方面,可将汽机冷端系统的节能运行策略与电厂其他系统,如锅炉系统、汽轮机本体系统等进行深度协同优化。通过统筹考虑各系统之间的相互影响和制约关系,制定出更加合理的整体运行方案,实现电厂整体能耗的有效降低。此外,应积极将该节能运行策略在更多燃煤火电厂进行推广应用,充分发挥其节能降耗的优势,为我国能源节约和环境保护事业贡献更大的力量。

6 结论

本文深入分析了燃煤火电厂汽机冷端系统的能耗现状,探讨了基于大数据技术的节能运行策略。通过构建大数据分析平台,对汽机冷端系统的运行数据进行实时采集、处理与分析,挖掘数据背后的节能潜力,提出了针对性的优化措施。实施结果表明,基于大数据的汽机冷端系统节能运行策略可以有效降低电厂的能耗,提高电厂的经济效益和环境效益。未来,随着大数据技术的不断发展和应用,燃煤火电厂的节能降耗水平将得到进一步提升。

参考文献

- [1] 陈宝荣,陈新梅. 火电厂烟气脱硫节能减排与优化运行分析[J]. 能源研究与利用, 2024, (06): 49-52.
- [2] 王星钧. 燃煤电厂集控运行中的节能降耗措施分析[J]. 大众标准化, 2024, (20): 123-125.
- [3] 陈柯,李煜. 燃煤电厂集控运行中的节能降耗措施分析[J]. 电气技术与经济, 2024, (05): 257-259.
- [4] 游骏杰,何自立. 火力发电厂锅炉燃煤的节能对策研究[J]. 内蒙古科技与经济, 2022, (21): 121-123.
- [5] 王水安,郑国,黄积业,等. 燃煤电厂压缩空气系统加卸载节能运行仿真与试验[J]. 液压与气动, 2020, (06): 165-170.
- [6] 牛拥军,宦宣州,李兴华. 燃煤电厂烟气脱硫系统运行优化与经济性分析[J]. 热力发电, 2018, 47 (12): 22-28.
- [7] 王婷婷,李林波. 火电厂锅炉运行过程中的节能措施探析[J]. 中国设备工程, 2017, (23): 71-72.
- [8] 王怡. 燃煤电厂汽轮机节能降耗方法研究[J]. 科技视界, 2015, (34): 111+121.
- [9] 李霄. 火电厂锅炉运行节能措施分析[J]. 化工管理, 2014, (24): 183.
- [10] 陈祥,陆志民. 浅论火电厂主要环节中的节能控制与监督管理[J]. 宁夏电力, 2008, (S1): 170-172.