

火电厂厂用电率偏高问题分析及综合节能改造措施

张星星

石河子市国能能源投资有限公司新安镇分公司 新疆维吾尔自治区 石河子 832000

【摘要】：厂用电率是衡量火电机组运行经济性的核心技术指标，直接决定机组供电煤耗与发电经济效益。在新型电力系统深度调峰背景下，火电机组频繁启停、长期低负荷运行，辅机设备匹配性差、老旧设备能耗高、运行管控不合理等问题凸显，导致厂用电率普遍高于设计值，严重制约电厂节能降碳与盈利水平提升。本文系统性梳理火电厂厂用电率偏高的设备、运行、系统、管理四大类核心成因，针对风烟系统、水汽系统、脱硫脱硝环保系统及电气系统的高能耗痛点，提出设备升级、变频改造、运行优化、无功补偿、精益管控的综合节能改造方案。结合330MW燃煤机组工程应用实践，验证改造措施的可行性与经济性。结果表明，整套优化方案可有效降低机组综合厂用电率0.6%~1.0%，大幅减少厂站能耗损耗，可为同类型火电机组节能技改提供工程参考。

【关键词】：火电厂；厂用电率；辅机能耗；变频改造；节能优化；精益运行

DOI:10.12417/2811-0528.26.19.011

引言

厂用电率指火电厂各类辅机、照明、控制系统等厂用设备总耗电量占机组总发电量的百分比，是火电企业能耗管控的关键考核指标。常规300MW等级亚临界机组设计厂用电率约为4.2%~5.0%，但多数在役老旧机组受设备老化、煤质波动、调峰工况影响，实际运行厂用电率常年维持在5.5%~6.5%，造成大量电能内耗。

随着电力市场化改革推进与双碳政策落地，火电企业节能降本压力持续增大，降低厂用电率成为机组提效增收的重要途径。当前多数电厂节能改造存在片面性，多局限于单一辅机改造，缺乏系统性优化，未能从工况匹配、设备能效、电气损耗、运行管理多维度综合治理。基于此，本文全面分析厂用电率偏高的深层诱因，构建设备技改+运行优化+系统调控+管理提质的一体化节能体系，实现厂用电能耗的精细化、常态化管控。

1 火电厂厂用电率偏高核心问题成因分析

1.1 老旧辅机设备能效偏低，匹配性不足

电厂引风机、送风机、一次风机、循环水泵、给水泵等核心辅机多为工频定速设计，设备选型按照满负荷极端工况冗余配置。机组常态化50%~80%深度调峰运行时，定速辅机依靠节流、挡板调节工况，存在严重的“大马拉小车”现象，大量电能以节流损耗、机械损耗形式浪费。同时，长期服役的电机、水泵存在轴承磨损、叶轮结垢、效率衰减问题，设备本体运行效率较出厂值下降10%以上，基础能耗持续偏高。

1.2 系统运行方式不合理，工况匹配失衡

机组变负荷运行过程中，运行人员多采用固定辅机投运模式，未根据负荷、煤质、烟温变化动态调整设备台数与运行参

数。低负荷工况下仍保持多台浆液循环泵、真空泵、风机并联运行，设备空载、轻载能耗占比过高。此外，锅炉燃用高灰分、高水分劣质煤时，制粉系统负荷大幅提升，风机、磨煤机耗电量显著增加，进一步推高厂用电率。

1.3 环保系统能耗冗余过大

超低排放改造后，脱硫、脱硝、除尘新增大量辅助设备，成为厂用电主要耗能单元。多数电厂脱硫系统浆液循环泵长期满负荷运行，未根据入口SO₂浓度、机组负荷启停备用设备；脱硝喷氨系统、除尘振打装置运行参数固化，低污染物工况下仍保持高频运行，造成环保设备无效能耗叠加，是厂用电率超标的重要新增诱因。

1.4 电气系统损耗与运维管理缺失

厂用电系统存在功率因数偏低、无功损耗大、变压器空载损耗高、线路线损超标等问题，无动态无功补偿装置，负荷波动时电压偏差加剧电能损耗。同时，电厂缺乏精细化能耗监测体系，各辅机能耗数据未量化统计，节能考核机制不完善，人员节能操作规范性不足，长期粗放式运行导致能耗居高不下。

2 针对性综合节能改造与优化措施

2.1 核心辅机变频节能技改

针对定速辅机节流损耗大的问题，对风烟系统、水汽系统高耗能设备实施高压变频改造。引风机、一次风机、循环水泵作为厂用电耗能主力，改造后可根据机组负荷自动调节转速，替代传统挡板节流调节方式，彻底消除节流能量损耗。

变频系统采用高效率三电平拓扑结构，设备运行效率可达98%以上，适配机组全负荷段变工况运行。低负荷区间辅机转速大幅降低，相比工频运行节电率可达30%~45%。同时对老

旧低效电机进行替换,更换为高效节能电机,降低电机机械损耗与铜铁损耗,提升设备基础运行能效。

2.2 辅机运行方式动态优化

建立机组负荷-辅机匹配调控机制,制定分负荷区间标准化运行方案。深度调峰低负荷工况下,及时停运冗余浆液循环泵、备用真空泵、闲置风机,推行“少台数、高负荷”的高效运行模式。优化制粉系统运行参数,根据煤质细度、炉膛燃烧工况调整磨煤机出力,减少制粉系统无效耗电。

规范机组启停操作流程,缩短辅机空载试运行时间,杜绝设备空载空转能耗。针对夜间低负荷、节假日低谷负荷时段,优化全厂辅机投运策略,最大限度压缩冗余能耗。

2.3 环保系统精细化节能优化

脱硫系统实行浓度联动调控,根据入口烟气二氧化硫浓度、机组负荷动态调整浆液循环泵投运数量与运行频率,在满足超低排放标准的前提下,关停冗余设备,降低脱硫系统电耗。优化脱硝系统喷氨逻辑,精准控制喷氨量,减少脱硝风机、稀释风机长期高频运行损耗,同时规避氨逃逸造成的次生能耗问题。

优化电袋除尘器清灰制度,摒弃固定周期振打模式,根据入口粉尘浓度、布袋压差自动调整清灰频次与时长,减少清灰系统无效耗电,延长布袋使用寿命。

2.4 电气系统能效优化与无功补偿

加装 SVG 动态无功补偿装置,替代传统固定电容补偿装置,可快速响应厂用电负荷波动,实时补偿无功功率,稳定厂用电电压水平,有效降低线路损耗、变压器损耗,提升全厂功率因数至 0.95 以上,减少电网力率电费与内部电能损耗。

优化厂用变压器运行方式,低负荷时段停运备用变压器,减少设备空载损耗;全面更换厂区传统照明设备为 LED 节能灯具,加装声光、时控智能开关,实现照明能耗精细化管控,降低厂区辅助用电损耗。

2.5 构建节能精益管理体系

搭建全厂能耗在线监测平台,实时统计各辅机、各系统耗电量,量化能耗数据,精准定位高耗能设备与低效运行工况。

参考文献:

- [1] 刘建波.火电厂厂用电率优化措施及节能效益评价[J].能源与节能,2026(03):102-104.
- [2] 徐帅帅.火力发电机组厂用电节能方式研究[J].电力设备管理,2025(10):89-91.
- [3] 陈建军.基于精益管理的火电厂厂用电降耗实践[J].电站系统工程,2024,40(02):56-58.
- [4] 白海洋.火力发电厂厂用电率影响因素及精准管控措施[J].电工技术,2024(08):156-158.
- [5] 蔡彪,刘能滨.火电厂电气系统节能降耗技术应用分析[J].节能技术,2026,44(02):112-115.

建立厂用电率分级考核制度,将能耗指标分解至班组、个人,与绩效考核挂钩,强化全员节能意识。

定期开展设备专项巡检与能效校验,及时清理水泵叶轮结垢、风机积灰,修复老化密封与轴承,保证辅机始终处于高效运行状态,通过预防性维护避免设备效率衰减带来的能耗升高问题。

3 工程应用效果分析

本次综合节能改造应用于某 330MW 亚临界燃煤机组,改造涵盖辅机变频技改、环保系统优化、电气无功补偿、运行制度升级四大模块,对比改造前后连续 6 个月运行数据,节能成效显著。

改造前机组综合厂用电率平均为 5.82%,深度调峰工况下最高可达 6.45%;改造完成后,机组常态负荷厂用电率稳定降至 4.85%,平均降低 0.97%,低负荷调峰工况厂用电率降幅最为明显,降幅超 1.1%。其中风烟系统变频改造贡献节电率最大,单月降低辅机电耗 2.3 万 kWh;脱硫环保系统优化每月节电 1.2 万 kWh;电气无功补偿与照明改造有效降低线路损耗,综合能耗持续下降。

按机组年利用小时数 4200h 计算,单台机组每年可节约厂用电量约 132 万 kWh,大幅降低发电成本,同时减少火电间接碳排放,兼具经济效益与环保效益。改造后机组设备运行工况更稳定,辅机故障率显著降低,减少了设备检修维护成本,实现节能、稳运、降本多重收益。

4 结论

火电厂厂用电率偏高是设备老化、工况不匹配、系统管控粗放、环保能耗冗余等多因素耦合导致的结果,单一改造方式无法实现深度降耗。本文提出的辅机变频技改、工况动态匹配、环保系统精细调控、电气能效优化、精益管理升级的综合改造方案,可全方位解决厂用电能耗浪费问题。

工程实践证明,系统性节能优化可显著降低机组综合厂用电率,适配机组全负荷段、深度调峰常态化运行工况,有效提升火电机组运行经济性与市场竞争力。后续可依托智慧电厂大数据平台,搭建厂用电智能调控模型,实现负荷、煤质、环保参数的全自动联动优化,进一步挖掘机组节能潜力,助力火电企业低碳高效、精细化长效运营。