热电厂厂用电系统经济运行方式探讨

滑　超

合肥热电集团有限公司金源分公司 安徽 合肥 230088

【摘　要】：热电厂厂用电系统连接主机、辅机、备用电源和低压公用负荷，厂用电率偏高常由辅机低负荷运行、变压器轻载、无功流动和检修临时负荷叠加形成。本文辨析厂用电经济运行需求，梳理高低压厂用电系统和辅机备用配置关系，提出给水泵风机组合、母线分段无功补偿、备用电源切换及检修负荷接入的运行方式。经济运行应以安全供电和保护配合为前提，通过负荷率跟踪、设备轮换和分时送电降低无效电耗。

【关键词】：热电厂；厂用电系统；经济运行；辅机组合；厂用电率

DOI:10.12417/2811-0528.26.21.024

热电厂在供热季、调峰期和检修转换期的厂用电负荷差异明显，给水泵、风机、循环水泵、磨煤机、输煤、除灰和低压公用系统会随主机出力、供热抽汽和环保设备状态改变。固定台数、固定母线分段和长期带载备用容易把节流损耗、轻载损耗和临时用电固化为安全裕度。厂用电系统经济运行需要同时校核辅机效率、变压器负载率、母线功率因数和事故备用能力，在可靠供电边界内压缩不必要耗电。

1 热电厂厂用电经济运行需求分析

（1）厂用电率偏高运行现状辨析：厂用电率偏高通常不是单一设备故障，而是高耗辅机、厂用变压器和低压公用负荷在不同工况下叠加失配[1]。供热低负荷时，给水泵、送风机、引风机和循环水泵若仍按高负荷台数组合运行，电机偏离高效区，阀门和挡板承担过多节流调节，电能转化为压差损耗。多台变压器轻载并列时，铁损不会随负荷同比下降；无功补偿不足又会抬高母线电流和铜损。检修照明、伴热、排水、空压等临时负荷缺少时限管理，也会使停备机组保留较大基础耗电。运行日志复盘时，可把每班高压辅机电流、变压器投运台数和低压公用负荷状态放在同一时间轴上核对，优先识别长期轻载、反复节流和停机不断电的负荷点。

（2）机组负荷变化条件下节能调节需求：节约用电管理办法规定的合理用电导则适用阈值为用电负荷 1000 千瓦及以上，高容量厂用电系统经济运行应保留标准核验边界。热电厂经济运行要适应电负荷、热负荷和环保系统投运状态的同步变化。机组升负荷时，辅机组合应提前满足给水、风量和循环水裕度；机组降负荷或供热抽汽增加时，应核对泵、风机和低压公用系统的负荷率，及时退出不必要并列设备。调节规则还要考虑启动冲击、设备温升、联锁保护和事故恢复时间，不能用频繁切换换取表面节电。较稳妥的做法是把厂用电率、辅机电流、母线功率因数和关键设备状态放入同一监视口径，使运行方式调整有可追踪依据。供热抽汽增加或煤质偏离设计值时，调节需求会扩展到热电耦合状态，班组需把热网循环、锅炉风量和环保阻力纳入判断。

2 热电厂厂用电系统构成及功能特性

（1）高低压厂用电系统分级结构：厂用电系统一般由机端厂用变压器、启动备用变压器、高压厂用母线、低压厂用变压器、保安段和直流控制电源构成[2]。高压侧承担给水泵、风机、磨煤机、循环水泵等大容量电机，低压侧承担油泵、空压、照明、检修动力和局部公用设备。分级结构使经济运行不能只看末端开关状态，一台高压辅机启停会同步改变母线电流、变压器负载率和备用容量。低压系统负荷点多且启停分散，更适合通过分时送电、照明分区和检修电源边界控制减少长期轻载。分级结构清楚后，运行优化才有明确边界：高压侧侧重减少大电机偏离效率区，低压侧侧重压缩分散负荷的空载时长，保安段则只保留事故恢复所必需的负荷。

（2）辅机备用容量经济配置功能设计：辅机备用容量保障机组安全，但备用方式应区分热备用、电气备用和机械完好备用。事故恢复时间要求高的给水、油泵、保安负荷应保持联锁可投；允许短时切换的循环水、空压和部分低压公用设备，可采用停备加定期试转。两台辅机在低负荷并列运行可能增加总耗电，单台运行接近喘振、汽蚀或温升边界又会带来风险。经济配置的重点是把效率曲线、最小流量、切换时间和试转周期写入运行规程，使备用能力保持可验证，而不是长期空转。备用设备试转、联锁校验和缺陷消除应形成固定周期，运行状态由值长、检修和电气保护人员共同确认，避免备用设备名义可用、实际长期带病或空转耗电。

3 厂用电经济运行方式关键技术

3.1 给水泵风机组合经济调度方法

给水泵和风机是厂用电经济调度的主要对象[3]。给水系统应结合锅炉蒸发量、水位指令、最小再循环流量和泵组效率区

间选择台数，减少低流量多泵并列后的阀门压差损耗。风烟系统应依据炉膛负压、氧量、磨煤机投运台数和烟气阻力调整送风、一次风和引风组合，具备变频或液力耦合调速条件时，由转速调节承担连续负荷变化。组合调整后应复核厂用电率、煤耗趋势、功率因数和设备温升，确认节电没有削弱燃烧、给水和通风稳定性。对没有调速条件的老旧辅机，经济调度更依赖台数切换、入口条件改善和系统阻力治理；对具备调速条件的设备，则应避免转速、阀位和挡板多环节互相抵消。

3.2 母线分段无功补偿经济调节技术

母线分段影响厂用变压器损耗、短路电流水平和保护选择性[4]。正常运行宜按机组单元保持高压厂用母线分段，减少跨机组负荷牵连；低负荷或停备检修时，可在保护校核和负荷转移计算后优化低压变压器投运台数。无功补偿用于降低母线电流并稳定电压，补偿不足会增加线路和变压器铜损，补偿过度又可能造成低负荷无功倒送。投退边界应同时参考功率因数、电压偏差和谐波水平，避免把合环、解列或电容投切变成孤立节电动作。高压厂用母线与低压厂用母线承担的负荷层级不同，母线负荷率、无功补偿和低压辅机接入应放在各自供电层级内校核。电压等级明确后，分段运行才不会把高压辅机切换和低压公用负荷误作同一类节电动作。厂用电系统经济运行调度关系见图 1。

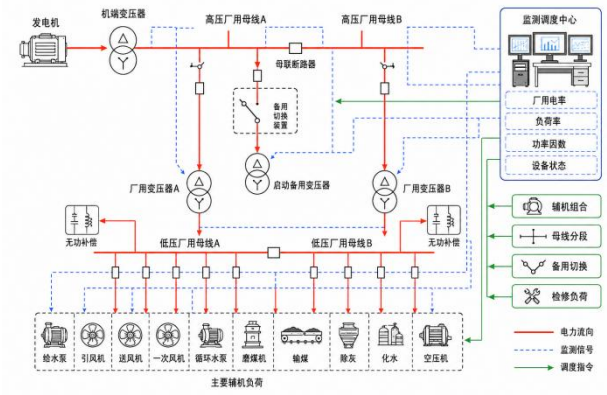


图 1 热电厂厂用电系统经济运行调度关系

图 1 中，高压厂用母线 A/B、低压厂用母线 A/B、启动备用变压器和无功补偿共同限定供电层级，给水泵、风机、循环水泵、磨煤机等主要辅机位于负荷侧。监测调度中心把厂用电率、负荷率、功率因数和设备状态汇集后，再向辅机组合、母线分段、备用切换和检修负荷发出指令，说明母线拓扑调整必须与辅机运行状态同步校核。

3.3 备用电源切换及检修负荷接入技术

启动备用变压器、保安电源和柴油发电机组承担事故恢复功能，经济运行只能减少无效带载，不能削弱备用可靠性。备用电源应保持保护、同期、自动切换和带负荷试验状态可验证，非关键伴热、临时照明和检修动力不宜长期挂接在保安段。停机检修期间，排水、通风、电焊机和试转设备应按作业窗口分区送电，到期复核停送电状态。临时电源箱和移动电缆还要明确接入母线、保护容量、接地方式和负责人，防止反送电、越级跳闸和重复供电损耗。检修结束后还应核对临时电源拆除、备用段恢复和低压馈线停电挂牌，防止检修负荷从短时需求变成常态耗电，并影响下一次备用切换判断。

4 结语

热电厂厂用电经济运行应以安全供电、保护配合和事故备用为前提，把辅机组合、母线分段、无功补偿和检修负荷接入纳入统一调度。厂用电率偏高常由低负荷辅机并列、变压器轻载、无功流动和临时负荷失控共同造成。运行人员应按负荷时段分解耗电结构，跟踪设备温升、功率因数和切换可靠性，在可验证的安全边界内降低空载、轻载和节流损耗。这种方式能够使节能判断回到设备状态和供电层级本身，减少只按经验开停设备造成的安全与经济偏差。

参考文献：

[1] 关荣根.基于某污水厂变压器经济运行方式的研究与探讨[J].中国市政工程,2025,(6):25-27+134.

[2] 叶毅榕,张凯博.基于低离散性晶闸管继电器控制的配变经济运行方式研究[J].电气技术与经济,2025,(8):240-242.

[3] 朱志龙.基于实时煤耗对比分析的循环水泵经济运行方式检测方法[J].重庆电力高等专科学校学报,2025,30(3):14-17.

[4] 胥海江,周良旭,王凤军,等.分布式空压机群经济运行方式的研究与实践[J].冶金动力,2025,(1):78-81.