

电气集控运行能耗精细化管理与节能调控研究

张永超

电投绿能白城热电分公司，吉林 白城 137000

DOI:10.61369/WCEST.2026030025

摘 要： 电气集控运行是当今电力系统高效稳定运行的重要方式，在此过程中所消耗的能量大小直接影响到整个电厂经济效益以及环保程度。本文针对电气集控运行实际情况进行了精细化节能管理的意义及其存在的问题，在此基础上从数据采集、指标控制、设备改造三个方面建立精细化管理模式并提出相应的节能措施，并用实际运行的数据证明这些措施的有效性。研究发现：采取精细化管理和节能措施之后，电气集控系统的总耗电量减少8.3%，辅机电耗比例下降4.1个百分点，为电气集控运行节能降耗提供了切实可行的技术支持和实践经验。

关 键 词： 电气集控运行；能耗精细化管理；节能调控；辅机优化；数据赋能

Research on Fine-Grained Energy Consumption Management and Energy-Saving Regulation in Electrical Centralized Control Operations

Zhang Yongchao

State Power Investment Green Energy Baicheng Thermal Power Branch Company, Baicheng, Jilin 137000

Abstract： Centralized electrical control operation is a crucial method for ensuring the efficient and stable functioning of modern power systems. The amount of energy consumed during this process directly impacts the overall economic efficiency and environmental sustainability of power plants. This paper explores the significance of refined energy-saving management and its challenges based on the practical realities of electrical centralized control operations. Building upon this foundation, a refined management model is established from three aspects: data collection, indicator control, and equipment modification, along with corresponding energy-saving measures. The effectiveness of these measures is substantiated by actual operational data. The study reveals that after implementing refined management and energy-saving measures, the total power consumption of the electrical centralized control system decreased by 8.3%, while the proportion of auxiliary equipment power consumption dropped by 4.1 percentage points, providing practical technical support and experiential insights for energy-saving and consumption reduction in electrical centralized control operations.

Keywords： electrical centralized control operation; energy consumption fine management; energy-saving regulation; auxiliary equipment optimization; data empowerment

引言

随着电力行业市场化改革不断深入以及“双碳”目标提出，电力生产节能减排成为行业发展重要课题。电气集控运行采用集中监控、统一调度各种电气设备方式使电力生产更加自动化、智能化，在实际应用过程中却由于传统的粗放管理模式造成对能耗控制不到位，如设备运行参数超出最佳范围、辅助电机耗电量过大、负荷调节延迟等现象严重，既提高了电力生产企业运营成本也阻碍了电力产业绿色发展进程。因此进行电气集控运行能耗精细化管理和节能调控研究，突破传统管理障碍，提高能耗管理水平，促进能源合理利用，对促进电力行业高质量发展有重要意义。

一、电气集控运行能耗精细化管理的核心内涵与现存痛点

（一）核心内涵

电气集控运行能耗精细化管理以“精准管控、按需调控、全程追溯”为原则，不同于传统的粗放管理模式注重结果而忽视过

程的特点，在于对集控系统的整个运行过程以及各个环节的能耗进行精确监控、分析和控制。即建立一套完整的数据采集及分析系统来准确找出耗能浪费点，确定各个设备以及各工序的能耗定额，把节能降耗的责任落实到每一个班组甚至每台机器上，“每一千瓦时电都有据可查、每一个耗能环节都有相应的措施”，从而达到最优化的节能效果。精细化管理包括了能耗数据收集、指

作者简介：张永超（1984.04-），男，汉族，辽宁省北镇市人，学历：本科，职称：工程师，研究方向：火电厂集控运行。

标分解、过程控制、绩效考核等四大方面内容并形成完整的闭环管理系统保证节能减排工作的有效实施^[1]。

（二）现存痛点

目前电气集控运行能耗管理精细化程度较低问题比较严重，主要有以下三点。第一是数据采集精度不高，一些集控系统仍然使用传统的监控仪表，对于辅机运转、负荷变动以及设备损耗等重要的能耗数据采集率低且不准，不能及时掌握能耗变化情况造成能耗分析无从谈起。第二是能耗指标控制松散，未针对不同的设备运行工况设定相应的能耗定额，而是一刀切地用一个统一的能耗限额来控制，无法满足各种不同负载及不同工况下对能耗的需求，致使一些设备长时间在高耗能状态下工作。第三是设备之间的联动调节不够，集控系统的主机和辅机之间相互独立，辅机运行不随主机负荷的变化而做出相应的改变，造成大量的辅机电能被白白消耗，在整个集控系统的总电耗中，辅机电耗约占35%~45%，其中有超过15%属于无效电耗^[2]。

二、电气集控运行能耗精细化管理体系构建

（一）精准化数据采集体系建设

数据收集是精细化管理的前提，要建设全面化、精确化的数据采集系统保证能耗数据的真实性和及时性。一方面改善数据采集仪器仪表，用高精度传感器及智能化计量器具取代原有的低精度测量表计，在主变、高压开关柜以及辅机设备等主要设备上进行能耗数据以及运行状态参数的实时采集，采集周期缩短到每15秒一次，误差不超过±2%；另一方面扩大数据采集范围，在原有电能消耗量的基础上增加了设备运行温度、压力、负载率变动情况以及启停次数等相关信息的采集工作，形成一个完整的能耗数据库，为以后的能耗分析和调节奠定基础。第三步就是制定一套完善的数据清洗校验流程，利用智能算法过滤掉错误或者异常的数据并对其进行修正使得数据准确无误，防止由于数据偏差造成管理上的错误判断。

（二）差异化能耗指标体系构建

针对电气集控运行实际情况，制定差异化能耗指标体系，摆脱以往单一固定阈值管理模式。一方面从设备分类出发设定能耗指标，把整体能耗指标分配到主要生产设备、辅助生产设备以及控制系统等各个部分上，确定每台设备能耗基准值，比如主变压器损耗不超过0.8%，循环水泵单位流量能耗不超过0.32kWh/m³；另一方面根据运行工况调整指标阈值，在不同负荷率、不同时间段内设置不同的能耗指标要求，如在高负荷状态下，辅机电耗比例允许提高至42%，而在低负荷状态下，则需要降低至38%以下；最后还要有指标适时修正制度，在一定时间内依据设备运行状况及负荷变动情况及时修正能耗指标，使指标更加科学合理易执行^[3]。

（三）全流程过程管控体系建设

以精细化的数据收集及指标体系为基础，搭建全过程的过程控制机制，使能耗管理常态化、精准化^[4]。一方面实行岗位责任制，把能耗管理的责任分解到每一个生产岗位、每位员工身上，

确定各自的工作任务以及管控标准，保证所有的管控手段都能够落实到位；另一方面做好实时监测报警工作，在中央控制系统上对各个生产设备的能耗数据和运行状况进行监视，一旦发现能耗超过正常水平就立即报警通知值班人员处理；同时开展日常分析总结会议，每天对能耗情况进行汇总分析找出能耗异常点，在每周召开一次总结会进行反思整改提高管理水平，“采集—分析—调节—回顾”闭环管理模式^[5]。

三、电气集控运行节能调控策略

（一）辅机设备节能调控

辅机设备是集控系统中造成电耗损失的主要因素，在整个集控系统的总耗电量中所占比重约为35%~45%，而其中的无效耗电量超过15%以上，所以改善辅机设备的工作状况就是节能控制的关键点^[6]。由于辅机设备长时间连续工作、负载变动较大以及存在较大的冗余耗电量的特点，基于电气集控系统实际运行情况制定相应的节能措施来实现对辅机能耗的有效管理及充分利用^[7]。第一，进行辅机变频改造。主要应用于循环水泵、引风机、给水泵等高频工作的辅机上进行全面加装高效能的变频调速器代替原来的固定速度运转方式，利用变频技术使辅机转速与主机负荷相协调，从根本上解决辅机一直保持在额定转速下运转造成的浪费问题^[8]。变频调速器可以根据主机负荷的变化信号自动调节辅机运转频率从而改变电动机转速进而改变辅机输出功率使其更好地适应系统的需求，在低负荷情况下，如果主机负荷低于额定负荷60%，则通过变频控制把给水泵的速度降低到原来的70%，这样就可以使给水泵的耗电量下降一半以上并且还可以有效的降低设备运转声音以及机械磨损程度，延长设备使用寿命；第二，优化辅机运行组合。形成辅机运行同主机负荷之间的联系，随着主机负荷的变化适时调整辅机运行台数以及运行状态，“大马拉小车”的不合理现象坚决制止^[9]。

（二）负荷动态节能调控

基于电网负荷调度要求，改进集控站负荷调节方式，在保证电网调度安全性的基础上兼顾系统的节能降耗。一方面构建负荷预测模型，利用集控站的历史负荷数据以及电网调度命令等信息，根据负荷的变化规律准确预报出未来一天的负荷走势情况，从而及时地做出合理的负荷调节措施以防止因负荷突变造成的能耗波动问题发生，保证系统稳定运行；另一方面优化负荷分配方法，在全面了解各个主要设备的能耗特点及工作效率的基础上，针对不同类型的主设备之间存在的较大能耗差异，把电网分给该站的负荷科学合理地分配到各个主设备上使每一台主设备都工作在其最佳能耗范围内，如把大负荷优先分配给效率较高的主变压器就可以有效降低整个系统的综合能耗水平^[10]。最后实施低谷负荷节能运行机制，考虑到电网低谷负荷期间用电量锐减的情况，对集控站进行相应的改造使其能够适应这种新型的运行模式，适当减少一些不必要的非重要设备的工作强度或者直接停用多余的设备来达到节约电能的目的，进一步挖掘节能潜力。

（三）设备运维节能调控

强化设备运维管理是减少设备损耗、节约能源的有效手段，设备长时间运转会出现损耗、老化等情况，造成工作效率降低、耗电量上升，所以要将节能的理念贯穿整个运维过程中去，做到运维和节能相结合。一方面建立健全设备全生命周期运维机制，在设备购买、安装、运行、维修以及报废等各阶段都应有相应的标准巡检保养计划，定期对主要生产设备及辅助生产设备进行全面检查，重点检查易损件磨损情况、线路老化程度、通风散热状况等问题及时解决。比如定期清除主变压器冷却器表面积灰保证良好的散热效果从而减少损耗；调节汽封间隙减小漏气量，定期给辅机轴承加注润滑油减少摩擦损耗，这样既可以提高效率也可以节省电能消耗。另一方面实施状态检修代替传统的定期检修方式，利用集中控制系统获取到的设备运行状态及能耗信息来准确判断设备状况及检修时间点，防止不必要的重复检修造成浪费或者因为检修不到位而发生事故，大大减少了检修过程中的能耗支出以及费用开支。第三方面优化设备启停程序，制定合理的启停方案，避免频繁开关机造成的额外耗能及设备损耗问题，在启动或停机时逐步调节负荷及运行参数，同时合理安排辅机设备开机顺序以减轻电网压力，兼顾节能与设备寿命。

四、实践应用效果验证

为了检验电气集控运行能耗精细化管理以及节能调控措施的效果，在 A300MW 电气集控系统上实施应用，时间为三个月的时间，比较其应用前后耗电量的变化情况如下表所示。

表 1 电气集控系统节能调控应用前后能耗对比

监测指标	应用前（月均）	应用后（月均）	下降幅度
综合能耗（万 kWh）	1260	1156	8.3%
辅机电耗（万 kWh）	516.6	495.7	4.1%
主变压器损耗（万 kWh）	10.08	8.84	12.3%
单位发电量能耗（kWh/ 万 kWh）	420	385	8.3%

从表 1 可以看出，在进行能耗精细化管理和节能调控措施之后，该电气集控系统的各项能耗指标都有不同程度改善。总耗电量每月减少约 104 万 kWh，降幅为 8.3%，辅助电机耗电每月减少约 20.9 万 kWh，降幅为 4.1%，主变损耗降低 12.3%，单位发电量耗电量下降 8.3%。由此可见，本文提出的精细化管理模式以及节能调节方案可以有效地降低电气集控系统运行时的能耗水平并提高其能源利用率，具有较强的实用性。

五、结论

本文针对电气集控运行能耗精细化管理及节能调控进行研究，阐述了精细化管理的概念以及现阶段能耗管理存在的问题，在此基础上建立了包含数据采集、指标监控、过程控制在内的精细化管理模式，提出了对辅机优化、负荷调节、设备维护等方面的节能措施并进行了实际的应用检验。结果表明精细化管理和节能调控可以较好地解决电气集控运行过程中能耗管理松散、浪费严重的问题，明显减少整个系统的综合能耗水平，提高电力生产的经济效益和社会效益。

参考文献

[1] 沙立松. 火电厂机组集控运行节能降耗技术研究 [J]. 能源新观察, 2026, (02): 111-112.

[2] 彭波, 杜佳乐, 白凯, 丁倩, 王瑞. 轨梁厂冷区集控智能化关键技术应用与实践 [J]. 包钢科技, 2026, 52 (01): 87-90.

[3] 陈雷, 肖炜琦, 赵桂海, 吴登卫, 王璟, 刘彦昌, 王立乾. 电气设备电参数采集与能耗计量装置的设计 [J]. 自动化仪表, 2026, 47 (02): 9-15.

[4] 王业慧. 节能优化算法下的火电厂集控运行能耗动态调控研究 [J]. 自动化应用, 2026, 67 (01): 69-71+75.

[5] 毕嘉成. 火力发电厂集控运行过程节能降耗技术研究 [J]. 产品可靠性报告, 2025, (12): 93-94.

[6] 杨涛. 基于声音传感器的火电厂电力设备集控运行方法研究 [J]. 电声技术, 2025, 49 (12): 157-159.

[7] 王冬梁. 火力发电厂集控运行节能降耗技术措施研究 [J]. 仪器仪表用户, 2025, 32 (12): 121-123.

[8] 王恒华, 王坤, 李德鹏. 探索煤矿机电自动化集控发展与应用 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2025, (21): 166-168.

[9] 赵晓光. 探究发电厂集控运行节能降耗技术 [J]. 电力设备管理, 2025, (04): 261-263.

[10] 李冰浪. 火电厂集控运行中电气系统节能优化研究 [J]. 电子元器件与信息技术, 2024, 8 (10): 170-172.