

330MW 机组集控运行故障处理机制

李鹏程

国能神皖马鞍山发电有限责任公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i12.8599

[摘要] 330MW 火电机组作为电力系统的重要组成部分，其集控运行的稳定性直接关系到电力供应的安全性与经济性。随着火电行业对高效、低耗、环保运行要求的不断提升，机组集控运行中各类故障的快速响应与精准处理成为保障机组可靠运行的核心环节。本文结合火电及热电行业生产实际，聚焦 330MW 机组集控运行场景，从故障预防体系、应急处理流程、技术支持系统及人员能力建设四个维度，构建全流程故障处理机制。

[关键词] 330MW 机组；集控运行；故障处理机制；火电机组；应急响应

Fault handling mechanism for centralized control operation of 330MW unit

Li Pengcheng

Guoneng Shenwan Ma'anshan Power Generation Co., Ltd.

[Abstract] As an important component of the power system, the stability of centralized control operation of 330MW thermal power units is directly related to the safety and economy of power supply. With the continuous improvement of the requirements for efficient, low consumption, and environmentally friendly operation in the thermal power industry, the rapid response and precise handling of various faults in the centralized control operation of the unit have become the core link to ensure the reliable operation of the unit. This article combines the actual production of thermal power and the thermal power industry, focusing on the centralized control operation scenario of 330MW units, and constructs a full process fault handling mechanism from four dimensions: fault prevention system, emergency response process, technical support system, and personnel capacity building.

[Key words] 330MW unit; Centralized control operation; Fault handling mechanism; Thermal power units; emergency response

一、引言

在火电行业转型与能源结构调整的背景下，330MW 火电机组凭借其装机规模适中、运行灵活性较强的特点，在区域电力系统调峰、保供中发挥着重要作用。集控运行作为 330MW 机组的核心运行模式，通过集散控制系统（DCS）实现对锅炉、汽轮机、发电机及辅助系统的集中监控与操作，其运行状态的稳定性直接影响机组的安全性、经济性与环保性。

然而，330MW 机组集控运行涉及高温、高压、高参数的复杂系统，受设备老化、工况波动、操作失误等因素影响，易出现锅炉灭火、汽轮机振动超标、发电机励磁系统故障等问题。造成直接经济损失，同时对电网负荷平衡造成冲击。因此，建立科学、高效的故障处理机制，是提升 330MW 机组集控运行

可靠性的重要举措。

本文基于火电及热电行业生产实践，结合 330MW 机组集控运行的技术特点，构建覆盖“预防 - 监测 - 响应 - 恢复 - 总结”全流程的故障处理机制，主要是针对火电企业提供可操作的故障管理方案，推动机组运行水平的提升。

二、330MW 机组集控运行故障处理机制的核心架构

2.1 故障预防体系

预防是降低故障发生率的基础，330MW 机组集控运行故障预防体系需结合设备特性与运行规律，构建多层次防控网络。

设备状态监测系统是预防体系的核心。通过在关键设备（如锅炉四管、汽轮机轴系、发电机定子绕组）布置振动、温

度、压力、流量等传感器，实时采集运行参数，并通过 DCS 系统实现数据的集中分析。例如，对汽轮机轴承振动采用在线监测装置，设定预警（正常 $\leq 0.125\text{mm}$ ，跳闸值 $\geq 0.254\text{mm}$ ），当监测达到告警值时，系统自动提示值班人员重点关注，避免故障扩大。有案例显示，某 330MW 机组开机冲转时，汽轮机#4 瓦轴振大，通过 DCS 的实时监测及反馈，给与运行人员可靠的数据参数，通过增加暖机时间及有效处理，避免了因汽机轴振大导致非停甚至设备损坏。

定期检修与劣化趋势分析同样重要。依据《发电企业设备检修导则》，制定 330MW 机组的 A 级（20000-30000 小时）、B 级（8000-12000 小时）检修计划，重点对锅炉受热面、汽轮机调节系统、发电机冷却系统等进行全面检测。如对锅炉省煤器管壁厚度进行探伤检查，当发现管壁减薄时提前安排更换，避免爆管事故。

操作规范标准化是预防人为失误的关键。编制《操作票管理规定》，由操作人填写操作票，监护人审核，发令人批准。佩戴执法仪、录音笔等对启停炉、汽机冲转、倒闸操作等关键环节实行精准把控。并可通过配电室门禁管理系统精准授权，防止走错间隔、发生误操作。

2.2 应急处理流程

高效的应急处理流程是减少故障的核心，需遵循“快速响应、精准判断、科学处置、安全恢复”的原则，分为故障识别、应急决策、执行处置、系统恢复四个阶段。

故障识别阶段依赖 DCS 系统的实时报警与值班员的综合判断。系统报警需区分优先级，如锅炉灭火（MFT 动作）、四管泄露、汽轮机超速、发电机差动保护动作等列为一二级报警，触发光字牌声光报警并用重点颜色区分；辅机温度高、压力低等列为二级报警。值班员需结合历史曲线与设备状态，快速完成故障初步定位，例如当锅炉汽包水位异常波动时，需同时检查给水流量、蒸汽流量、水位计准确性，排除虚假水位干扰。

应急决策阶段采用“分级响应 + 预案匹配”模式。值长作为决策核心，根据故障等级启动对应预案：一级故障立即通知检修、安全监察、经营等部门协同处置；二级故障由当班值长组织处理，必要时汇报生产分管领导。以 330MW 机组锅炉灭火为例，预案明确规定：MFT 动作后，立即确认制粉、燃油系统停运，减温水阀门关闭，维持送、引风机运行 5 分钟吹扫炉膛，同时汇报电网调度说明情况，避免负荷骤降对电网造成冲击。

执行处置阶段强调操作的规范性与协同性。关键操作需实行“唱票复诵”制度，如汽动给水泵紧急停运时，操作人需大声复诵“按下 MEH 操作盘手动停机按钮”，监护人确认后执行。

对于需要检修配合的故障（如除氧器上水调门卡涩），集控室与检修现场通过对讲机实时沟通，明确风险点，避免误操作导致次生事故。

系统恢复阶段注重参数的平稳过渡。在故障处理完毕后，按照“先辅后主、分步启动”的原则恢复系统，例如汽轮机重新冲转时，控制升速率（ $100\sim 200\text{r/min}$ ）与暖机时间（中速暖机 10 分钟），避免金属温差过大产生热应力。恢复过程中，DCS 实时监视重点参数（如转子偏心、缸温差、振动值等），确保符合启动曲线要求。

2.3 技术支持系统

技术支持系统为故障处理提供数据与工具支撑，包括智能诊断平台、备品备件管理、远程专家支持三部分。

智能诊断平台基于学习算法，对历史故障数据进行比对，并给出诊断建议。以某公司“中间储仓式制粉系统“智慧平台”为例，针对制粉系统设备电流、压力、轴承温度等数据进行定期自动取值并进行分析，在设备有劣化趋势时及时告警，帮助值班人员提前发现故障。

备品备件管理采用“ABC 分类 + 最低库存”模式。将汽轮机调门、锅炉安全阀等列为 A 类备件，确保库存不少于 1 套；水泵机械密封、阀门执行器等列为 B 类备件，库存满足 3 天更换需求；螺栓、垫片等列为 C 类备件，可设置较高的库存上限。电厂可通过优化备件管理，提升相应故障处理备件准备的时间。

远程专家支持通过工业互联网实现跨厂区协作。在机组发生复杂故障（如汽轮机轴系振动异常）时，专家在远程终端调阅 DCS 历史数据与诊断报告，指导分析现场操作。

2.4 人员能力建设

集控运行人员的技能水平直接决定故障处理效果，需通过“培训 - 考核 - 实战”三维体系提升能力。

常态化培训涵盖理论与实操两方面。理论培训重点学习 330MW 机组原理（如锅炉燃烧、水循环、汽轮机调节系统、发电机励磁原理）、故障机理（如汽蚀、结垢、振动原因分析）及应急预案；采用“笔试+口试+仿真机”培训模式，实操模拟锅炉灭火、汽机甩负荷、厂用电中断等多种典型故障案例，要求值班员在最短时间内完成事故处理，并规定每月培训时长。某电厂通过定期仿真培训，值班员的故障处理能力与熟练度显著提升。

技能考核采用“年度技能考核+ 职级鉴定”机制。将集控操作员分为单专业或全能值班员，岗位要求与技能等级相对应，通过理论考试、仿真操作、日常表现综合评定，考核结果与岗位绩效挂钩。同时，建立“故障复盘”制度，每次故障处

理后，组织全员参与复盘，分析操作中的不足与应对策略。如某厂湿式排渣管堵塞，消缺结束排渣过程中机组深度调峰，燃烧失稳，火检失去致 MFT，全员分析事故及岗位应对措施。

实战历练通过“师徒制 + 事故演练”实现。新入职员工与高级值班员签订师徒协议，跟随学习，贯穿整个通岗周期；部门每季度组织反事故演练（如模拟“给水泵全停”、“油系统着火”），班组全员参与，检验应急响应速度与协作能力，演练结果纳入年度考核。

三、典型故障处理案例分析

3.1 案例 1：330MW 机组锅炉低再爆管故障

故障现象：2024 年某电厂 330MW 机组运行中，机组小时补水量逐步上升，低再烟温偏差大，给水流量大于蒸汽流量，炉膛负压波动，尾部烟道处声音异常。

处理过程：

1. 值班员立即汇报值长，同时检查泄漏点（通过机组小时补水量与烟气温度场判断），确认尾部烟道处爆管。

2. 值长启动一级应急预案，通知相关人员到场，联系调度降负荷并申请调停，降低汽压运行以减少泄漏量。

3. 检修人员隔离故障区域，集控室同步调整燃烧，维持汽包水位正常，逐步降负荷。

4. 负荷降至 0 后，停运机组，更换受损水冷壁管段，进行锅炉水压试验正常后恢复机组运行。

5. 机制应用效果：通过故障预防体系中的状态监测，提前发现同负荷状态下给水流量上升趋势，应急流程快速响应，判断准确，立即申请调停消缺，较以往处理时间大幅缩短，避免了泄露扩大，机组非计划停运。

3.2 案例 2：330MW 机组汽轮机润滑油系统故障

故障现象：2024 年某热电厂 330MW 机组汽轮机润滑油压突然降至 0.08MPa（正常值 0.15-0.25MPa），DCS 系统触发“润滑油压低”保护，汽轮机自动脱扣。

处理过程：

1. 操作员立即确认主汽门、调门关闭，转速下降，启动顶轴油泵，检查润滑油泵运行状态（备用泵未联动）。

2. 值长启动一级应急预案，通知检修人员紧急到场，同时汇报调度停运机组。

3. 检修人员检查发现备用油泵联动继电器故障，手动启动备用泵，维持润滑油压正常，检查汽轮机轴瓦温度（最高 85℃，未超过报警值 100℃）。

4. 更换继电器后，进行润滑油系统联动试验，确认正常后重新启动机组，6 小时后恢复并网运行。

机制应用效果：应急处理流程中“保设备保安全”的原则

得到体现，及时启动顶轴油泵避免轴瓦损坏；技术支持系统中的备件管理确保继电器库存充足，人员能力建设中的应急操作培训使处理步骤无遗漏。

四、结论

330MW 机组集控运行故障处理机制的构建是一项系统工程，涵盖故障预防、应急处置、技术支撑和人员能力提升等多个关键维度。在故障预防体系方面，通过构建“设备状态监测 - 风险预警评估 - 预防性维护”三级防控网络，利用振动传感器、压力变送器等设备实时采集数据，结合大数据分析模型提前识别设备异常，将故障隐患扼杀在萌芽状态。应急处理流程则遵循标准化、模块化设计原则，针对锅炉爆管、汽轮机轴系振动超标、全厂停电等各类典型故障，制定包含事故分级、应急响应、资源调配、恢复操作在内的全流程处置方案，确保各岗位人员能够在第一时间做出科学、高效的应急响应。

技术支持系统融合工业物联网与计算机技术，搭建起智能化故障诊断平台。为运行人员提供包含故障原因、处置措施、风险提示的“一键式”解决方案。在人员能力建设上，建立“理论培训 - 仿真演练 - 实战考核”三维培养体系，利用虚拟仿真系统模拟各类极端故障场景，使运行人员熟练掌握故障处理技能，同时通过定期开展技术比武和案例复盘，持续提升团队协作与应急处置能力。上述典型案例验证了该机制在实际生产中的有效性。

未来，随着智慧电厂建设的推进，可进一步融入 AI 实时诊断、数字仿真等前沿技术。AI 诊断系统通过分析百万级历史运行数据，构建设备健康度预测模型，实现故障的提前 72 小时预警；数字仿真技术则为机组建立 1:1 虚拟镜像，通过实时数据同步模拟故障演变过程，辅助制定最优处置策略。这些技术的深度应用，将推动火电机组集控运行故障处理从“被动应对”向“主动防控”转变，为火电行业的安全、高效、低碳发展提供坚实保障。

[参考文献]

[1]火力发电工程技术委员会. 330MW 火力发电机组技术丛书：集控运行 [M]. 北京：中国电力出版社，2020.

[2]李青，王勇. 火电机组集控运行故障诊断与处理 [M]. 北京：机械工业出版社，2019.

[3]张磊，刘军. 330MW 机组典型故障应急处理预案编制与实践 [J]. 电力安全技术，2022，24（6）：45-49.

[4]中国电机工程学会. 火力发电厂集控运行规程 [M]. 北京：中国电力出版社，2021.

[5]赵亮，陈明. 基于 DCS 的 330MW 机组故障监测系统设计与 [J]. 自动化仪表，2023，44（2）：67-70.