

火电厂锅炉给水泵汽轮机油系统压力低跳闸问题处理

潘奇璠

大唐国际托克托发电有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010200

摘要：针对火电厂锅炉给水泵汽轮机油系统压力低跳闸问题，需结合故障诊断、应急处置及预防措施进行系统性处理。主要问题包含油泵系统故障，包括主/辅油泵异常：齿轮磨损、叶片损坏导致内漏增大，输出油量减少；止回阀失效：辅助油泵止回阀关闭不严，压力油向油箱泄漏，泄放油量过大或蓄能器氮气压力不足，缓冲功能失效等问题；油路系统问题，包括泄漏点：管道破裂、密封件老化（如油动机活塞杆密封失效）或阀门内漏。滤油器堵塞：杂质积聚增大吸油阻力，油泵入口油压降低，油箱油位不足：补油不及时或泄漏未发现，导致油泵吸空等问题；油质劣化，包括水分混入导致乳化（黏度下降），或杂质磨损部件、堵塞油路等问题。根据以上问题提出处理方法以及预防维护措施，提高设备和机组的可靠性。

关键词：给水泵汽轮机；油系统；蓄能器；压力；跳闸

在燃煤火力发电机组中，汽动锅炉高压给水泵组是机组辅机中的重要组成部分，由给水泵与驱动汽轮机组成，设计为2台各50%锅炉给水容量汽动给水泵工作的机组，任意的一台给水泵组出现故障强迫停运，均易诱发机组降出力事故或非计划性停运。

1 火电厂锅炉给水泵汽轮机油系统压力低跳闸原因分析

1.1 油源供应故障。主/辅油泵失效，主油泵齿轮或叶片磨损导致内漏增大，供油量锐减，出口压力低于2 MPa时需警惕泵体故障。辅助油泵止回阀关闭不严，压力油向油箱倒流，削弱系统压力。压力调节装置失控，溢流阀弹簧失效或阀芯卡涩，异常泄压；蓄能器氮气压力不足（设计值通常7 MPa），丧失稳压缓冲能力。

1.2 油路阻塞与泄漏。关键通道堵塞，滤油器被油泥或金属碎屑堵塞（差压 > 0.15 MPa为高危信号），增大吸油阻力。管道直角弯头过多或管径偏小，油流阻力异常升高。密封系统泄漏，高压油管法兰松动、油动机活塞杆密封老化引发外漏；伺服阀内漏造成压力持续流失。

1.3 油质劣化与参数异常。油品性能衰退，水分侵入导致油乳化（水分 $> 0.03\%$ ），黏度下降加剧泵内泄漏。颗粒污染度超标（ISO 4406 $> 16/14$ 级），堵塞油路并加速部件磨损。油温油位失控，油温 $> 60^\circ\text{C}$ 时黏度骤降，内漏风险倍增；冷油器换热效率下降会加速此过程。油箱油位过低（ < 630 mm）导致油泵吸空，或溢流管异常泄油至污油池。

1.4 控制保护系统缺陷。调节阀特性失配，调阀开度提前进入非线性区（如开度45%），引起油压发散波动触发保护动作。联锁保护误动或拒动，备用泵自启失败

（联动值 ≤ 11.2 MPa）无法补压；油位计故障误报触发错误闭锁。压力传感器漂移或安全阀设定值偏移，系统无法正确响应。

1.5 典型故障案例。滤网堵塞致油箱失油，某机组因回油滤网被油泥堵塞，润滑油外溢导致油箱油位骤降，油泵吸空跳闸，惰走时间达16分钟并伴随轴瓦超温烧损。误操作引发连锁反应，运行人员误触“汽机复位”按钮导致中压主汽门关闭，四抽压力暴跌致给水泵跳闸，最终机组非停。诊断优先级建议：实时监测滤网差压（ > 0.15 MPa立即切换清洗）；校验蓄能器氮压（维持7 MPa）及轴承振动值；模拟测试备用泵联动功能（压力 ≤ 11.2 MPa必须自启）。

2 火电厂锅炉给水泵汽轮机油系统压力低跳闸直接处理方法

2.1 如何检查火电厂锅炉给水泵汽轮机油系统压力。针对火电厂锅炉给水泵汽轮机油系统压力的检查，需结合现场实操与仪表检测，常规检查方法，经验手感法（快速初判），启动油泵后，用手捏住输油软管感受张力。若张力明显不足，可能预示油压偏低，但该方法精度有限，仅作初步参考。油压表检测法（精准测量），步骤分解：泄压操作：断开燃油泵保险丝或继电器，启动发动机至自行熄火，重复2~3次后断开电池负极，释放管路残余压力。仪表安装：将燃油压力表串联接入进油管（或专用测压口），拆卸时需用防漏棉布包裹接口。关键压力测试（参考值）：静油压：发动机未启动时，点火开关置于“ON”位，油泵工作压力约300 kPa。运行油压：恢复油泵供电，怠速时正常值200~300 kPa；急加速时需快速升至300 kPa以上。最大油压：夹闭回

油管, 压力值应为运行油压的2~3倍。残余油压: 停泵10分钟后, 压力应 $> 150 \text{ kPa}$ 。安全注意事项。操作前确保通风良好, 远离火源, 配备消防设施; 拆卸油管前必须充分泄压, 避免燃油喷溅; 密封件及卡扣需更换新件, 禁止重复使用; 腐蚀性环境(如盐酸气、重油)应选用不锈钢隔膜压力表。深度监测与维护。油质精细化管理, 每周检测黏度、水分及颗粒污染度(ISO 4406标准), 超标时启用净油装置; 颗粒污染度检测仪需覆盖0.8~600 μm 粒径范围, 确保高精度计数。系统部件校验, 每月模拟油压低条件, 验证备用泵自启逻辑(联锁值通常 $\leq 11.2 \text{ MPa}$); 定期清洗双联滤网, 入口加装磁性过滤器吸附金属碎屑。

2.2 火电厂锅炉给水泵汽轮机油系统压力低的原因。油泵系统故障, 主/辅油泵异常, 齿轮或叶片磨损导致内漏增大, 供油量下降; 油泵轴承损坏造成轴向间隙过大, 降低输出效率。辅助油泵止回阀关闭不严, 压力油向油箱倒流。调节装置失效, 溢流阀卡涩或弹簧失效, 泄油量异常增大; 蓄能器氮气压力不足(低于设计值), 丧失缓冲能力。油路堵塞与泄漏, 关键部位堵塞, 滤油器被油泥或金属碎屑堵塞(尤其回油滤网), 吸油阻力增大, 油泵入口形成负压。管道直角弯头过多或管径偏小, 增加流动阻力。密封及管路泄漏, 高压油管法兰松动、油动机活塞杆密封老化, 导致外漏; 伺服阀内漏造成压力持续流失。油质劣化问题, 油品乳化: 水分混入导致黏度下降, 润滑性能降低, 加剧泵内泄漏。颗粒污染: 金属碎屑或油泥堵塞油路, 同时加速轴承、齿轮磨损(污染度超ISO 4406标准)。控制与调节故障, 阀门控制缺陷, 调阀特性曲线与控制系统不匹配(如开度45%即进入非线性区), 引发油压发散式波动。安全阀卡涩或设定值漂移, 无法正常稳压。保护逻辑隐患, 油位计故障(如浮子裂纹进水)误报低油位, 触发回油门错误关闭, 阻断回油通路。其他关键因素, 机械磨损, 曲轴/连杆轴承间隙过大, 机油过量泄漏, 系统压力建立困难。油位异常, 油箱油位过低(补油不足或外漏未发现), 导致油泵吸空; 小机油箱溢流管泄油至污油池, 主油箱失油。温度影响, 油温异常升高($> 60^\circ\text{C}$)导致黏度下降, 加剧内漏; 冷油器换热效率下降会加速此过程。

2.3 如何调整火电厂锅炉给水泵汽轮机油系统压力至正常。机械调节法, 溢流阀/安全阀手动调节, 定位油泵出口溢流阀, 用扳手松开锁紧螺母。增压操作: 顺时针缓慢旋转调节螺杆(每次 $\leq 1/4$ 圈), 压缩弹簧提高油压; 减压操作: 逆时针旋转螺杆放松弹簧。目标压

力范围: 润滑油压: 0.12~0.14 MPa, 调节油压: 14~16 MPa, 调节后锁紧螺母并监测稳定性。蓄能器补压, 检测氮气压力(设计值通常为7 MPa), 低于标准时用充氮工具补压至要求值。系统优化调整, 清洗关键部件, 切换双联滤油器, 清洗堵塞滤网(差压 $> 0.15 \text{ MPa}$ 时立即处理)。检修油动机、伺服阀内漏点, 更换老化密封件。油路阻力优化, 减少管道直角弯头, 优化管路布局降低流动阻力。关小出口阀门可临时增压(需同步排查根本原因)。运行参数精准控制, 油温管理, 冷油器出口油温控制在48~53 $^\circ\text{C}$ (油温 $> 60^\circ\text{C}$ 将导致黏度下降加剧内漏)。油温过低时投用电加热装置, 维持油箱油温 $> 20^\circ\text{C}$ 。油位与油质维护, 油箱油位保持在630~760 mm, 不足时及时补油。每周检测油质(ISO 4406标准需 $\leq 16/14$ 级), 水分超标启用净油装置。自动化系统干预, 变频控制调节, 通过变频器调整油泵转速: 降低频率降压, 升高频率增压(单次调节 $\leq 5 \text{ Hz}$)。校准或更换异常压力传感器, 确保反馈准确。联锁逻辑验证, 模拟油压低至联动值(如 $\leq 11.2 \text{ MPa}$), 测试备用泵自启功能。安全操作规范, 泄压操作: 调节前必须断开电源, 释放管路残余压力(启动发动机至熄火重复2~3次)。保护禁令: 严禁解除油压低跳闸保护, 调节后需重新校验保护动作值。油泵切换: 同步操作顶轴油泵操纵杆, 维持母管压力稳定。监测要求: 调节后持续观测30分钟, 确认压力波动 $< \pm 0.05 \text{ MPa}$ 。

3 火电厂锅炉给水泵汽轮机油系统预防与维护措施

3.1 火电厂锅炉给水泵汽轮机油系统压力定期检查方法。火电厂锅炉给水泵汽轮机油系统压力的定期检查需覆盖机械状态、油质参数及自动化功能, 机械系统检查, 油泵出口压力监测, 每日巡检主/辅油泵出口压力, 润滑油压应稳定在0.12~0.14 MPa, 调节油压14~16 MPa, 低于目标值需排查内漏或泵体磨损。备用泵每月切换测试, 模拟主泵停运时备用泵自启压力($\leq 11.2 \text{ MPa}$)及建压时间(≤ 5 秒)。滤网与管道检查, 每日记录滤油器差压, 润滑油滤网差压 $> 0.03 \text{ MPa}$ 、控制油滤网差压 $> 0.2 \text{ MPa}$ 时立即切换清洗。检查管道振动与泄漏点, 重点排查法兰松动及密封老化。蓄能器与调压阀校验, 每月检测蓄能器氮气压力(设计值7 MPa), 不足时用充氮工具补压。手动测试溢流阀开闭灵活性, 防止卡涩导致异常泄压。油质与运行参数管理, 油质定期检测, 每周取样: 检测颗粒污染度(ISO 4406 $\leq 16/14$ 级)、水分含量($\leq 0.03\%$), 超标时启用净油装置。每月化验: 检测黏度、酸值及氧化安定性, 乳化油需更换。油温油位控制, 冷油器出口油温维持48~53 $^\circ\text{C}$ ($> 60^\circ\text{C}$ 黏度骤降加剧内漏)。

内漏），油温过低投用电加热。油箱油位保持在630~760 mm，低位时补油并排查外漏。保护系统功能性验证，传感器与联锁测试，每月校准压力传感器精度，对比就地表计与DCS显示值，偏差 $> 0.05 \text{ MPa}$ 需更换。季度模拟油压低至跳闸值（如0.08 MPa），验证压力开关动作可靠性及跳闸逻辑。安全阀与泄压装置，年度安全阀校验，确保泄压压力符合设计值（如润滑油系统0.8 MPa）。

3.2 如何保持火电厂锅炉给水泵汽轮机油冷器进油温度正常。冷却水流量精细调节，控制冷却水出口阀门，通过调节冷油器冷却水出口阀门开度（而非入口阀门）控制流量，避免水侧压力突变。夏季水温高时开大阀门增加流量，冬季适当关小防止油温过低。维持合理水温差，冷却水进出口温差宜控制在8~12℃，温差过小说明流量不足或换热效率低。油温异常处理：油温 $> 45^\circ\text{C}$ 时：开大冷却水阀门，检查冷油器是否脏污；油温 $< 35^\circ\text{C}$ 时：关小冷却水阀门，投用电加热器（维持 $> 20^\circ\text{C}$ ）。冷油器维护与故障排查，定期清洗与检查，每季度清洗冷油器铜管水侧结垢，避免换热效率下降；检查冷油器密封垫片，发现渗漏立即更换金属缠绕垫。堵塞与泄漏处理，水侧堵塞：冷却水压差 $> 0.1 \text{ MPa}$ 时反冲洗或机械清垢；油侧内漏：油中含水率骤升时，排查冷油器铜管裂纹。运行监控与联锁保护，实时参数监测，在DCS画面监视冷油器进出口油温、水温及压差，异常时触发报警；轴承回油温度 $> 60^\circ\text{C}$ 时联动增加冷却水量。备用冷油器投运，主冷油器故障时，切换备用冷油器前需预充油排气，防止油压波动。系统优化措施，减少管路阻力：优化油路弯头角度，避免直角弯造成油流湍升；保温层修复：油管道保温层破损时及时修复，减少环境温度影响；冷却水温度控制：闭式循环冷却水系统温度宜 $\leq 32^\circ\text{C}$ ，高温季节增开冷却塔风机。安全要点：切换冷油器时先开启充油阀排气，防止油系统进气；油温调整需缓慢操作（每次阀门调节 $\leq 1/4$ 圈），避免温度剧烈波动。通过动态调节冷却水流量、保障油质清洁度及定期维护冷油器，可稳定控制进油温度，防止轴承过热或油膜失效。

3.3 如何维护火电厂锅炉给水泵入口压力稳定。除氧器系统稳压控制，补水流量调节，通过自动补水阀维持除氧器水位，过量补水会导致压力骤升，不足则压力骤降；水位波动控制在 $\pm 30 \text{ mm}$ 范围。除氧器定压运行时，

加热蒸汽压力稳定在0.588 MPa，水温维持在158℃。排气管理，管道积气会导致压力波动，定期启用自动排气阀或手动排气（每周1次）。防汽蚀措施，入口压力保护定值需动态调整：压力低跳闸值=当前水温对应的饱和压力+安全裕量（ $\geq 0.1 \text{ MPa}$ ）。泵组运行防倒转与泄漏防控，防水泵倒转，启停泵时检查出口止回阀密封性：停泵前先关闭出口电动门，并入系统时提升转速至接近运行泵压力再开出口门。倒转发生时立即关闭出口门，启动辅助油泵，禁止停运电机（防止断油烧瓦）。泄漏检测与处理，每日检查前置泵机械密封冷却水温（ $< 80^\circ\text{C}$ ），超温提示密封失效。排查入口管道法兰、焊缝渗漏，重点监测前置泵出口压力（设计 $\geq 2 \text{ MPa}$ ）波动。保护系统校验与运行监控，联锁逻辑测试，每月模拟入口压力 \leq 跳闸值（如0.1 MPa），验证备用泵自启及跳闸逻辑可靠性。定期校验压力传感器精度（DCS与就地表偏差 $\leq 0.05 \text{ MPa}$ ）。实时参数预警，监视除氧器压力与入口水温关联曲线，异常时触发补水调节或蒸汽加热。前置泵电流波动时，立即排查入口滤网堵塞或水位过低。安全要点：入口压力调整需缓慢操作阀门（每次 $\leq 1/4$ 圈）；严禁解除“入口压力低”保护，检修时隔离泵体需监测内部压力防超压。

3.4 设备改造与维护。油泵冗余配置：优化主/辅泵切换逻辑，加装压力缓冲装置。滤油系统升级：采用双联滤网并定期清洗，入口加装磁性过滤器吸附金属碎屑。密封件定期更换：油动机活塞杆等动态密封件每2年强制更换。油质精细化管理，每周检测黏度、水分及颗粒度，超标时启用净油装置。选用抗乳化性强的ISO VG46汽轮机油。控制逻辑优化，调整调阀特性曲线，避免非线性区运行引发油压震荡。设置油压低三级保护：①备用泵自启（ $\leq 11.2 \text{ MPa}$ ） \rightarrow ②报警（ $\leq 10 \text{ MPa}$ ） \rightarrow ③跳机（ $\leq 9.3 \text{ MPa}$ ）。

总之，在日常工作中，开展蓄能器的定期维护、检修工作，落实日常巡视与定期检查、充分保证蓄能器系统的安全可靠运行，对设备和机组安全性较为重要。

参考文献

- [1] 杨浩宇.关于火电厂锅炉给水泵汽轮机油系统压力低跳闸问题处理.2022.
- [2] 刘晓峰.火电厂锅炉给水泵汽轮机油系统压力低跳闸问题处理探讨.2023.