

# 660MW机组小机油系统进水的原因分析及对策

贺迪昭 何宇光

陕西黄陵发电公司 陕西 延安 727307

**摘要:** 本文围绕660MW机组小机油系统进水问题展开。阐述了小机油系统的结构、功能及重要性,深入分析进水原因,包括轴封压力过高、回汽不畅、轴封齿磨损及其他潜在因素。探讨了进水对系统性能和机组安全运行的不良影响。针对这些问题,提出加强系统监视预警、优化轴封系统、提高安装制造质量、强化运行维护以及应用新技术设备等对策,以保障机组稳定运行。

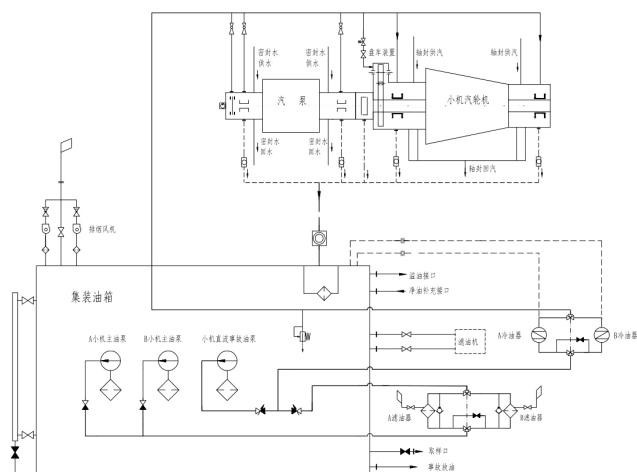
**关键词:** 660MW机组; 小机油系统; 进水原因; 对策

## 1 660MW 机组小机油系统概述

### 1.1 小机油系统结构与功能

660MW机组的小机油系统是保障小机及汽泵稳定、安全运行的“生命线”,在机组整体运行中起着不可或缺的支撑作用。其结构复杂且精密,各部件协同运作,共同完成润滑、冷却等关键任务。供油设备是系统的动力引擎,包括主油泵与直流事故油泵。正常运行时一台主油泵持续稳定供油,另一台备用,为轴承提供润滑与冷却;直流事故油泵作为最后一道防线,在交流电源中断时自动启动,避免断油引发严重事故。经过轴承后的润滑油回收至油箱。系统设置有过滤器,一用一备,可在线切换,用以拦截颗粒物等杂质,防止其损伤轴承等精密部件,延长设备寿命<sup>[1]</sup>。冷却装置设置两台板式换热器,通过辅机冷却水对润滑油进行冷却,维持润滑油在正常温度,保障润滑效果。相关控制仪表实时监测油压、油温、油位等参数,为运行人员提供精准的运行状态信息,确保小机油系统安全、稳定、高效运行。

### 1.2 小机油系统的重要性



目前,大多数660MW发电机组设计单台汽动给水

泵,给水泵的重要性不言而喻。而小机油系统是汽动给水泵的重要组成部分。良好的润滑可以减少轴承的磨损,延长大修周期及使用寿命,降低机组的运行成本。因此确保660MW机组小机油系统的安全、稳定运行很重要。

## 2 660MW 机组小机油系统进水原因分析

### 2.1 轴封压力过高

在660MW机组中,轴封压力的合理控制对于小机油系统的正常运行至关重要。当轴封压力过高时,多余的蒸汽会通过轴封间隙进入轴承箱。这是因为轴封与转子之间存在一定的间隙,虽然在设计上已经尽量减小这个间隙,但在实际中,由于转子与汽缸存在相对转动,间隙无法完全消除。当轴封压力超过一定值时,蒸汽就会克服轴封间隙处的阻力,进入轴承箱。进入轴承箱的蒸汽会凝结成水,这些水分会混入润滑油中,导致小机润滑油水分超标甚至润滑油发生乳化。轴封压力过高的原因可能是轴封供汽压力调节阀故障,无法根据机组负荷准确调节轴封供汽压力。

### 2.2 轴封回汽不畅

轴封回汽的目的是将轴封处泄漏出来的蒸汽回收利用,同时保持轴封系统的压力稳定。如果轴封回汽管道堵塞、阀门故障或者回汽至凝汽器的通道受阻,轴封回汽就无法顺利排出。当轴封回汽不畅时,轴封母管内的压力会逐渐升高,蒸汽就会更容易通过轴封间隙进入轴承箱。回汽不畅还会导致轴封处的蒸汽在局部区域积聚,形成高温环境,造成轴承温度升高。轴封回汽不畅可能是阀门故障、卡涩、或阀芯脱落等。

### 2.3 轴封齿磨损

轴封齿是轴封系统中起密封作用的关键部件,其作用是通过多级齿的迷宫密封结构,增加蒸汽泄漏的阻力,减少蒸汽的外泄。然而在机组长期运行过程中,轴封齿会受到蒸汽的冲刷、转子的振动以及磨损等因素的

影响，导致轴封齿磨损。轴封齿磨损后，其密封效果会显著降低，轴封间隙会增大。蒸汽更容易通过磨损后的轴封间隙进入轴承箱，尤其是在轴封压力较高或者回汽不畅的情况下，进水问题会更加严重。轴封齿磨损的程度与机组的运行时间、运行工况以及轴封齿的材质等因素有关。如果机组经常在启停频繁、负荷波动大的工况下运行，轴封齿受到的冲击和磨损会加剧，进水风险也会相应增加。

2.4 其他潜在原因

除了上述主要原因外，还有一些其他原因也可能导致660MW机组小机油系统进水。比如冷油器发生泄漏，如果冷却水压力大于润滑油压力，则冷却水会大量漏入润滑油侧，造成润滑油系统大量进水，影响机组安全运行。还有某些厂汽动给水泵采用浮动环式密封，通过凝结水对汽泵内部的高温水进行密封，并通过回水管道回收至凝汽器，系统设计时，在密封水回水管道设有阀门，若人员误操作，将密封水回水阀关闭，则会造成密封水回水不畅，通过浮动环进入润滑油系统回到油箱，造成油中进水。

3 660MW 机组小机油系统进水问题的影响

表 1 运行中汽轮机油质量

序号	项 目	设备规范	质量指标	检验方法
1	外状		透明	DL/T 429.1
2	运动黏度(40℃)/ (mm <sup>2</sup> /s)	32 <sup>a</sup>	28.8~35.2	GB/T 265
		46 <sup>a</sup>	41.4~50.6	
3	闪点(开口杯)/℃		≥180,且比前次测定值不低 10℃	GB/T 267 GB/T 3536
4	机械杂质	200 MW 以下	无	GB/T 511
5	洁净度 <sup>b</sup> (NAS 1638), 级	200 MW 及以上	≤8	DL/T 432
6	酸值/ mgKOH/g	未加防锈剂	≤0.2	GB/T 264
		加防锈剂	≤0.3	
7	液相锈蚀		无锈	GB/T 11143
8	破乳化度(54℃)/min		≤30	GB/T 7605
9	水分/(mg/L)		≤100	GB/T 7600 或 GB/T 7601
10	起泡沫试验/mL	24℃	500/10	GB/T 12579
		93.5℃	50/10	
		后 24℃	500/10	
11	空气释放值(50℃)/min		≤10	SH/T 0308
12	旋转氧弹值/min		报告	SH/T 0193

<sup>a</sup> 32、46 为汽轮机油的黏度等级。

<sup>b</sup> 对于润滑油系统和调速系统共用一个油箱,也用矿物汽轮机油的设备,此时油中洁净度指标应参考设备制造厂提出的控制指标执行。

小机油系统进水会对润滑油质造成严重危害。水分混入润滑油，会降低其粘度。润滑油粘度是保障润滑效果的关键指标，合适粘度可在轴承与轴颈间形成优质油膜，降低摩擦磨损。水分进入后，粘度降低，油膜承载力下降，轴承摩擦系数增大、磨损加剧，缩短轴承寿命。水分会诱发润滑油乳化，润滑油与水混合，在特定条件下形成乳浊液，乳化后的油丧失润滑性能，无法在轴承表面形成有效油膜。而且，乳化油会加速润滑油氧化变质，产生酸性物质与油泥等杂质，这些杂质进一步

污染油质，堵塞滤网，导致润滑油压力降低。小机油系统进水还会削弱冷却效果，水分进入润滑油会改变其热传导性能，导致散热能力变差。轴承运行时产生的热量无法及时散发，温度升高。高温不仅影响轴承性能与寿命，还可能引发连锁反应，如润滑油粘度进一步降低、油膜破裂等，最终严重影响小机油系统的稳定运行。

4 660MW 机组小机油系统进水问题的对策

4.1 加强系统监视与预警

加强系统监视与预警是及时发现小机油系统进水问题的关键。定期化验润滑油油质，包括颗粒度及水分含量。加强对润滑油温、油压等关键参数的监视，例如油温异常升高可能是冷却装置故障或者油质劣化，油压波动可能意味着供油设备异常或者系统泄漏。其次，建立完善的预警机制，根据机组的历史运行数据和实际运行经验，制定合理的预警阈值，当监测参数接近或超过预警阈值时，系统能够自动发出预警信息，提醒运行人员关注小机油系统的运行状况<sup>[3]</sup>。预警信息可以通过声光报警传达给运行监盘人员，确保能够及时采取措施。另外，运行人员要加强对小机油系统的日常巡检，检查油箱油位、油泵振动等参数是否正常，管道有无泄漏等现象。通过加强系统监视与预警，能够做到早发现、早处理，将小机油系统进水问题的影响降到最低。

4.2 优化轴封系统设计与维护

优化轴封系统的设计是防止小机油系统进水的重要手段。在设计阶段，要充分考虑机组的运行工况和轴封系统的密封要求，合理选择轴封的结构形式和材质。要优化轴封回汽管道的布置，减少管道的阻力，确保轴封回汽能够顺畅排出。合理设计轴封供汽压力调节阀的选型和调节特性，使其能够根据机组负荷和运行工况精确调节轴封供汽压力，避免轴封压力过高。在轴封系统的维护方面，要利用机组大修期，根据机组的运行时间和轴封齿的磨损程度、间隙大小等参数，对轴封齿进行检查和更换。对轴封供汽压力调节阀、轴封加热器等设备进行定期维护，确保其性能良好，能够正常工作。

4.3 提高系统安装与制造质量

提高小机油系统的安装与制造质量是防止进水问题的基础。在制造过程中，要严格控制设备的质量。油箱、油管路等部件的制造要符合相关标准和规范，确保其密封性能良好。对于焊接部位，要进行严格的检测，防止出现焊接缺陷导致泄漏。在安装过程中，要严格按照安装工艺要求进行施工。油管路的安装要注意坡度和走向，油管路的连接要采用可靠的连接方式，如焊接、法兰连接等。

#### 4.4 加强运行管理与维护

加强运行管理与维护是保证小机油系统正常运行的重要保障。运行人员要严格按照操作规程进行操作,在机组启停过程中,要合理控制轴封系统的投运和退出,避免因操作不当导致小机油系统进水。在机组运行过程中,要加强对小机油系统参数的监视和调整。根据机组负荷和运行工况的变化,及时调整轴封供汽压力等参数,保证小机油系统的稳定运行。要定期对润滑油进行化验分析,检测油质的变化情况,如果发现油质指标异常,如水分含量超标、颗粒度超标等,要及时采取措施,加强滤油等<sup>[4]</sup>。建立完善的设备维护制度,定期对小机油系统的设备进行维护保养。对润滑油泵要进行定期切换和检查,确保其性能良好,对过滤器要定期更换滤芯,保证其过滤效果;对冷油器进行定期清理,提高冷却效率。

#### 4.5 应用新技术与设备

随着科技的不断进步,应用新技术与设备是解决660MW机组小机油系统进水问题的有效途径。引入智能监测与诊断系统,该系统能够实时采集小机油系统的各种运行参数,并通过数据分析对系统的运行状态进行评估和诊断。当系统出现进水等异常情况时,智能监测与

诊断系统能够快速准确地定位故障原因,并提供相应的处理建议,帮助运行人员及时采取措施解决问题。

#### 结束语

660MW机组小机油系统进水问题关乎机组安全稳定运行,影响重大。本文详细剖析了进水原因及其带来的多方面危害,并针对性地提出一系列切实可行的解决对策。电厂运行维护人员应高度重视小机油系统进水问题,在日常工作中严格落实各项措施,不断提升系统可靠性,为机组的安全高效运行筑牢坚实基础。

#### 参考文献

- [1]汤伟.660MW机组小机油系统进水的原因分析及对策[J].清洗世界,2021,37(7):3-4.DOI:10.3969/j.issn. 1671-8909.2021.07.002.
- [2]盛丽雯.火电厂小汽轮机油箱沉积物的分析研究[J].设备管理与维修.2024,(12).DOI:10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2024.06D.11.
- [3]游科.汽轮机油系统常见问题及处理措施分析[J].应用能源技术,2021(11):35-37.
- [4]石霖.电厂汽轮机检修中油系统常见故障与应对[J].科技风,2021(35):138.DOI:10.19392/j.cnki. 1671-7341.202135116.