

如何提高 9F 级燃气-蒸汽联合循环热电机组经济性

王小成

广东华电清远能源有限公司，广东清远市，513099；

摘要：为了实现机组安全、经济运行，降低生产能耗，根据机组及辅机系统运行工况及时调整运行方式，通过优化运行减少辅机电耗、水耗、合理调控空调出力，照明、申请考核电量豁免等一系列有效的措施，以达到节能降耗提高机组的经济性目的。

关键词：主要辅机运行优化；电耗；经济性；考核电量；有效的措施

DOI:10.69979/3041-0673.24.5.029

1 背景

9F 燃机机组是一种高效、清洁的发电设备，随着天然气市场价格的飙升及发电量的竞价上网，进一步加大了发电企业的经营难度，在该情况下如何提高 9F 级燃气-蒸汽联合循环热电机组经济性显得尤其重要，为了提高机组经济性，针对我厂两台 9F 燃机的实际情况，采取以下措施方案。

2 对机组主要辅机运行进行优化

2.1 优化措施原则

(1) 运行各值和检修各班组成员应严格遵守有关规程、制度和标准的规定，正确启停油泵、水泵、空压机等主要辅机设备。

(2) 运行值班人员要加强油泵、水泵、空压机等主要辅机设备的运行监视，发现异常运行情况（如不能自动轮换、不能自动停泵、启动频繁等）应采取正确措施及时处理，恢复设备正常运行。

(3) 运行人员对于不能自行处理的设备异常运行情况，要汇报领导和通知检修人员处理，并做好缺陷登录。检修各班组成员应立即安排专业人员进行消缺。

(4) 检修各班组成员应结合油泵、水泵、空压机等主要辅机设备的检修做好监督，存在异常应分析原因并结合检修处理。对无法处理及切换的带病运行设备、效率较低设备要做好更换计划，尽早更换为高效率设备。

3 辅机系统运行调整优化规定

3.1 发电机氢气纯度规定

(1) 氢气纯度对发电机的效率影响明显，氢气纯度偏低导致发电机风摩损耗增加。正常运行期间氢气纯度不低于 96%；氢气纯度降至 96%时，及时进行排补氢，提高机内氢气纯度至 98%以上，对发电机内氢气进行置换。

(2) 燃发正常运行时，为保证氢气系统正常运行，必须保持密封油系统正常运行，密封油压力恒定大于机内氢压 0.06MPa。密封油差压超限时及时调整，减少发电机密封环内

油流交换，影响氢气纯度。（#1 机氢侧密封油汽端平衡阀卡涩，调整氢侧密封油泵再循环开度，可维持正常压力，但油温对差压影响较大，易超限）。

(3) 每月进行一次密封油膨胀箱、空气析出箱底部排污。

3.2 循环泵运行方式及规定

(1) 在环境温度 $<20^{\circ}\text{C}$ ，凝汽器循环水进水温度 $<27^{\circ}\text{C}$ ，如果单机运行，循环水泵采用高速；如果两套机组运行，循环水采用三泵供两机运行，三台循环水泵高速运行。如果凝汽器真空仍在 -95kPa 以上，可采用两台高速循环水泵。

(2) 机组运行期间，如果遇冷空气，环境温度下 $<20^{\circ}\text{C}$ ，循环水系统已经采用了高速泵运行，凝汽器真空在 -95kPa 以上，可通过控制机力塔风机运行数量，确保最佳经济真空，以提高机组经济性。

3.3 开式水、闭式水运行方式及规定

(1) 机组正常运行中，闭式水温控制在 $30\sim 36^{\circ}\text{C}$ ，闭式水压力在 0.4MPa 左右。

(2) 调整闭式水温主要通过调整水-水热交换器开式水侧电动门进行调节，开式水泵停运期间，开式泵进出水电动门全开，降低开式水阻力。

(3) 如水-水热交换器开式水侧电动门全开后，闭式水温升至 36.5°C ，运行人员应启动开式水泵降温。运行人员应严密监视闭式水用户各调门开度情况，如汽机润滑油冷油器回水调门全开或润滑油温大于 45°C 时，运行人员应采取上述措施降低闭式水温度。

(4) 机组计划较长时间停运时，各退出备用的辅机冷却水应关闭，并作好记录。

3.4 江边补水泵运行方式及规定

机组正常补水期间，保持一台江边补水泵连续运行，根据各水池水位情况进行间断运行。

3.5 机组启动期间节能措施

(1) 机组启动时，准备上水阶段，尽量使用高压给水泵、

凝结水泵频率调节上水流量,减少高压汽包、低压汽包上水调门节流损失,节约厂用电。

(2) 上水完成后,及时停运给水泵、凝泵,在燃机点火后启动给水泵、凝泵、开式水泵。

(3) 冷态启动锅炉首次上水时用除盐水泵对低压汽包进行上水。

(4) 汽轮机冲转时,凝汽器真空维持在 85kPa,以增加汽轮机进汽量,缩短汽轮机暖机时间。

(5) 机组总负荷升至 200MW,及时关闭汽机侧、余热侧所有疏、放水门,并在并网后连续三个班对阀门进行热紧查内漏情况。并统计好内漏阀门清单,待下次停机后处理。

(6) 机组启动初始阶段循环水泵运行,机力塔风机运行台数根据情况而定,待机组负荷升高后根据真空情况增加机力塔风机运行台数。

(7) 机组抽真空时两台真空泵同时运行加快建立真空,缩短机组启动时间,减少启动时辅机耗电。真空抽到-85KPa 及时停止一台真空泵运行。

(8) 尽量减少启动过程中的直接对空汽水排放。

3.6 机组运行期间节能措施

(1) 合理调整供热母管参数,根据热用户启停时间段,合理调整供热母管参数,提高机组整体效率,增加发电量。

(2) 定期进行真空严密性试验、凝汽器胶球清洗和适当调节轴封供气压力,提高汽轮机真空。

(3) 根据供热量的变化,及时调节除盐水泵的转速,控制合理补水率。

(4) 根据负荷变化和冷却塔水变化及时调整江边补水泵运行情况,避免出现长期溢流或满水的情况。

(5) 根据机组负荷和环境温度变化,适当调整循环水泵运行台数,使汽轮机在接近最佳真空下运行。

(6) 机组运行中根据机组负荷的变化及时调整高压给水泵、凝结水泵频率调节上水流量,减少高压汽包、低压汽包上水调门节流损失,节约厂用电。

(7) 单机运行时,尽量选择经济合理的厂用电运行方式,降低辅机和公用系统的电耗。例如:空压机等公用系统的运行辅机和化学区域运行的辅机尽量选择在运行机组所在的 PC 段上运行。

(8) 加强设备巡视,及时消缺,杜绝生产现场“跑、冒、滴、漏”现象。

3.7 机组停运期间节能措施

(1) 机组停机前,统计机侧、炉侧所有疏、放水门检查内漏情况,并统计好内漏阀门清单。

(2) 停机前 4 小时停止所停机组冷水塔补水,江边补给水泵间断运行。

(3) 若两台循泵运行,汽机退低压补汽时可停止一台循泵运行。

(4) 燃机熄火后,锅炉高、中压汽包上水到高水位后,停用中压给水泵,高压给水泵待 TCA 运行 1 小时后停运。

(5) 机组停运 4 小时后,及时停运 EH 油系统和燃机控制油系统。

(6) 机组解列后,停运机组通过一、二套机循环水泵出口联络门向临机供循环水,当循环水母管联络阀开启时,将停运机组汽机凝汽器 A/B 侧循环水出口电动阀关至 5%左右后,停运循环水泵及机力塔风机。

(7) TCA 水侧停运后,及时关闭疏水至凝汽器阀门,破坏真空;真空到零,停止轴加风机运行。当汽机低压缸排汽温度低于 50℃且凝结水无用户,停运凝结水泵。

(8) 确认停运机组空压机和汽水取样架冷却水已转至运行机组供水后停止闭式水泵运行。

(9) 机组停运后的对全厂压缩空气查漏并进行消缺处理。

(10) 机组减负荷过程中,及时调整高压给水泵和凝结水泵的转速降低厂用电消耗。

3.8 厂用电量运行方式优化调整

(1) 停运期间调整厂用电供电方式。机组部分或全部停运期间,及时将该机组 6kV 段供电切至高备变供电,停运该机组所带主变,减少主变空载损耗。

(2) 及时调整公用系统辅机运行方式。机组部分停运期间,根据运行需要及时调整公用辅机如循环水泵,制冷站冷却水泵等的运行方式,由运行机组带厂用电。

(3) 两台燃机主变运行每日空载损耗约 4000KW.h,启备变每日空载损耗约 440KW.h,当我厂单套机组运行时,另一套备用机组厂用电由相应主变倒送经高厂变接带,由于备用机组处于停机状态,其厂用电系统转至启备变运行,减少主变空载损耗约 4000KW.h (外购电量)。

(4) 当两套机组同时停运时,厂用电尽量转至启备变,以减少两台主变空载损耗,同时相应低压厂用系统转至一台低压厂变接带,以减少低压厂变运行数量从低压厂变空载损耗。

(5) 加强对高压给泵、凝泵等变频装置的巡视,发现问题及时处理,定期对其进行清灰与检查,以保证变频装置的良好运行状况。

(6) 根据机组负荷、环境温度进行相应调整主变冷却器投入数量。

(7) 定期对主变风冷器,高厂变、高备变散热片进行水冲洗,提高冷却效果,以降低变压器损耗。

(8) 定期对低压厂变,配电柜开关、母线等进行清灰以降低发热损耗。

4 生产区域空调、照明使用规定

4.1 照明管理规定

(1) 正常运行时所有生产区域事故照明不得开启, 遇到检修、正常照明故障等特殊情况下可以开启事故照明。

(2) 正常运行时 220kV 升压站照明只保留南侧一路, 遇到有操作、检修工作时照明可全开。

(3) 正常情况下全厂的围墙灯关闭, 特殊时段比如节假日可以开启。

(4) 停运机组相应配电室照明待设备停运后除了巡视设备时开启, 其余时间将全部照明关闭。

(5) 正常运行设备配电室照明只保留通道中间一路开启, 其余关闭, 遇到有操作、检修工作时照明可全开。

(6) 厂区路灯、制氢站、调压站、循环水泵房室外、余热锅炉区域、主变区域、启备变区域照明可正常启停, 但每半年由电检一次班进行调整一次定时器时间。

(7) 化水车间、罗茨风机车间正常运行时各保留中间通道一路照明开启。

(8) 启动锅炉停运期间夜间只保留一路照明即可。

(9) 余热锅炉及其辅助间停运期间夜间每层只保留一路正常照明即可。

(10) 主厂房 13 米平台顶部照明、循环水泵房室内顶部照明白天全关, 6.5 米、0 米层白天由当值值长根据不同设备区域、天气光线情况开启照明数量。

(11) 化水区域、净车站区域、机冷塔区域、尿素站照明可采用间隔方式保留一半正常启停, 且每半年进行调整一次定时器时间。

(12) 以上照明除配电室外需手动启、停区域, 冬季(每年 10 月一次年 3 月份)开启时间为每日 18:30、关闭时间为每日: 7: 00, 夏季(每年 4 月—9 月份)开启时间为每日 19:30、关闭时间为每日: 6: 30。并由相应时间值班值长安排人员执行。

(13) 发现照明故障及时填缺陷由检修处理。

4.2 空调管理

(1) 正常运行时空调系统由溴化锂机组运行, 螺杆机组作为备用, 并由当值值长根据环境温度确定冷却水泵、冷冻水泵的运行台数。

(2) 正常运行时所有电子间空调不得停运。

(3) 机组停运时, 由机组解列所在值班人员及时关停相应停运机组发电机励磁室、余热锅炉 380V MCC 配电室空调, 待凝结水泵、高压给水泵停运后由相应值班人员将凝泵变频器室空调由制冷模式切换至除湿模式, 将高压给水泵变频器

室空调关停, 机组启动时及时将相应空调开启且切换至正常制冷模式。

(4) 每次接到开机命令后, 重点检查相应 SFC 小室温度($\leq 30^{\circ}\text{C}$)及湿度($\leq 50\%$)在正常范围内, 且除湿机运行正常, 对所有柜体检查确认无受潮现象, 启动前开启空调, SFC 装置停运后将相应空调系统停机, 保持小室除湿机正常运行。

(5) 网控楼保护室正常运行时只开启一台工业空调, 每月 1 日白班进行切换。

(6) 当环境温度低于 15°C 时, 除电子间、运行机组励磁室、凝泵变频器室、高压给水泵变频器室空调开启外, 由相应值长将其它所有配电室空调停运。

(7) 发现空调故障由当值值长及时通知维保人员处理。

5 加强与相关方的沟通协调

与电网公司保持良好沟通, 了解电网运行情况和调度计划, 争取在电网公司的运行策划和运行方式管理部门中获得更大的操作空间, 以便更好地安排机组的运行方式, 采取积极措施对机组运行当中产生的考核电量申请豁免。

与天然气供应方保持密切联系, 确保在发电环境较好、盈利空间较大时, 天然气供应充足且价格合理, 避免因天然气供应问题导致机组运行不稳定。

6 采用先进技术和手段

(1) 引入先进的智能化管理系统, 实时监控机组的运行状态和能耗情况, 及时发现并解决问题, 提高机组的管理效率。

(2) 对机组进行定期的技术改造和升级, 引入更高效、更环保的技术和设备, 提高机组的整体性能。

(3) 加强员工培训和技能提升, 提高员工对机组运行和维护的管理能力, 确保机组的安全、稳定、经济运行。

7 总结与展望

通过以上措施的实施, 可以有效降低 9F 燃机机组能耗, 提高机组的运行效率和经济性。在未来的发展中, 还需要继续关注新技术、新设备的发展动态, 及时将先进的科技成果应用到机组的管理和运行中, 推动 9F 燃机机组向更高效、更环保的方向发展。同时, 还需要加强与相关方的合作与交流, 共同推动电力行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 电气工程中的自动化继电保护策略分析. 彭珩. 集成电路应用, 2024(07)
- [2] 电力系统及其自动化和继电保护的关系研究[J]. 徐建斌; 朱杭杰. 仪器仪表用户. 2024(07)