

# 300MW 机组启动过程优化

## Optimization of the Startup Process of the 300MW Unit

田世煜

Shiyu Tian

国电投新乡豫新发电有限责任公司 中国·河南 新乡 453011

State Power Investment Xinxiang Yuxin Power Generation Co., Ltd., Xinxiang, Henan, 453011, China

**摘要:**近年来,随着新能源的快速发展,传统火电机组的生存空间受到挤压,出现大面积亏损,如何进一步提高机组运行的经济性和安全可靠显得尤为重要。论文分别阐述了缩短机组启动时间,节约燃油,提高经济性、机组启动过程中的节点控制、机组启动过程中的注意事项、机组温态及热态启动,缩短了开机时间,节约了能源,确保机组安全经济运行。

**Abstract:** In recent years, with the rapid development of new energy, the living space of traditional thermal power units has been squeezed, and there is a large area of losses, how to further improve the economy and safety and reliability of the unit operation is particularly important. This paper expounds to shorten the startup time, save fuel oil, improve economy, the node control in the starting process, the precautions, the temperature state and hot state of the unit, shorten the startup time, save energy, and ensure the safe and economic operation of the unit.

**关键词:** 启动; 优化; 经济性

**Keywords:** start; optimize; economy

**DOI:** 10.12346/peti.v5i1.7513

### 1 缩短机组启动时间, 节约燃油, 提高经济性

①前一次停机前 10h 通知燃运 A、C 仓上好煤 60t。

②机组点火前 2h 抽真空, 送轴封(如用汽动给水泵上水启动, 要求提前 4h 抽真空, 送轴封)。

③汽机预热, 高压内缸调节级处内壁金属温度 <150℃ 要求投汽机预热。在汽机抽真空、投轴封正常后及时投入预热系统, 注意盘车运行情况, 若转子被预暖蒸汽冲转后, 应适当降低预暖汽压, 待转子静止后, 再重新投入盘车。

④机组冷态启动点火前应双引、单送运行, 在机组冲转 3000r/min 暖机再启动另一侧送风机以节约厂用电, 温态及热态启动赶时间应双引双送运行。

⑤实行无电泵启动。在大机抽真空时一块对小机拉真空, 及时对小机辅汽管道及本体进行充分的暖管疏水, 并用辅汽冲转小机至 3100r/min 作热备用。在启动初期用另一台前置泵对锅炉上水, 当汽包起压达 1MPa, 前置泵不能满足上水要求时, 转换至处于热备用状态的气泵上水, 通过控制给水

旁路调整门的开度来保证汽包水位的稳定。

⑥要求炉上水至 -200mm, 停止上水, 开省煤器再循环门, 通知化学化验炉水水质合格, 在锅炉点火前尽早投锅炉底部加热系统(最好能提前 10 个小时以上)<sup>[1]</sup>。

⑦锅炉引风机、送风机启动通风吹扫时间不宜过长, 吹扫风量保持风量大于 30% 小于 40%MCR, 以免大量冷风急剧冷却炉膛。锅炉符合条件后应及时点火。点火油枪原则: 对角投入 AB 层。在炉底加热已正常投入时, 炉膛温度达 90℃ 以上时, 点火成功后, 无油枪故障情况下, 依次投入 AB 层油枪, 保证炉膛温度的稳定上升, 锅炉点火后应及时对空预器进行吹灰。

⑧锅炉点火后, 按照规程规定升温升压, 当空气预热器二次风温达 130℃ 以上, 一次风温大于 140℃, 汽包压力大于 1.2MPa, 即可投入给粉机运行。

⑨汽轮机旁路系统投入准备工作, 应在锅炉点火前完成。锅炉点火起压后, 立即投入汽机旁路系统, 不得无故拖延。

【作者简介】田世煜(1974-), 男, 中国河南新乡人, 本科, 高级工程师, 从事汽轮机运行研究。

在升温升压过程中,及时调整旁路开度,保证主汽压力与温度相匹配。在汽轮机冲转时,应采用带旁路进行冲转,及时调整旁路的开度。旁路的调节以保证蒸汽压力稳定和防止高压缸出现闷缸为原则。

⑩汽机冲转前 10min,调整轴封压力,维持真空 -84kPa 左右,这样能保证冲转时进汽量大,暖机充分,此时应密切监视低压缸排汽温度。机组冷态启动定速后,仍应保持 -85kPa 左右的真空利于大流量暖机,热态启动机组定速后应及时调整至正常真空,投入低真空保护。

## 2 机组启动过程中的节点控制

机组启动最主要节点是按中调要求在规定时间内机组并网带负荷,以并网时间前 6.5h 机组点火为零点计算。

点火前一天第一个班,电气设备检查、测绝缘,气体置换,机组试验,汽机油系统、定冷水系统等投运、盘车投运。第二个班,锅炉设备检查,气体置换,机组试验(机、炉、电大联锁试验)。第三个班,汽机设备检查,气体置换,投辅汽联箱,除氧器进水加热,锅炉上水。

①点火前 8 小时投炉底加热。②点火前 2h 抽真空送轴封,投预暖系统。③点火前半小时启空预器,双引单送风机,火检风机,炉膛吹扫 5min。④点火。⑤点火后用辅汽冲一台小机 3100rpm 备用,锅炉起压后立即投入主机旁路系统。⑥点火后依风温情况及时投粉。⑦点火后进行发电机、励磁系统、主变、高厂变系统转热备用操作。⑧点火后 3.5h 汽机符合冲转条件时冲转。⑨点火后 6h 机组定速,做喷油试验正常,机组并网。⑩电气并网后执行主变中性点倒换、安稳装置调整等相关操作。⑪机组负荷 100MW 进行厂用电切换,给水倒至主给水管道路,用四抽冲另一台小机。⑫根据燃烧情况负荷 150MW 退出所有油枪。⑬负荷 120MW 并小机,第一台小机汽源切至本机四抽供。⑭负荷 170MW,进行另一台气泵的并泵,停电动给水泵投备用。⑮负荷 240MW,DEH 控制进行单/顺阀切换操作<sup>[2]</sup>。

## 3 机组启动过程中的几点注意事项

### 3.1 点火升温升压过程注意事项

①为使锅炉水冷壁受热及各部膨胀均匀,尽快建立正常水循环并使水质尽快合格,每 30min 切换油枪一次并加强锅炉底部排污。

②升温、升压中,应监视锅炉各部膨胀是否均匀。当升压至 0.6MPa、2MPa、6MPa、10MPa 及额定压力时,应检查记录各部膨胀指示,若有异常应停止升压,查找原因,确认消除后方可继续升压。

③汽包上、下壁温差,内、外壁温差不允许超过 40℃,否则应调整燃烧,加强下联箱放水,严格控制升温升压速度。

④升温升压中,应严格控制炉膛出口烟温,不得超过

538℃,两侧烟温偏差应小于 50℃,应注意监控各级过热器、再热器壁温,防止超温。

⑤投油时,应对油枪燃烧情况进行观察,若雾化不良,燃烧不好,要立即进行调整,联系维护处理,保持燃烧良好。禁止将雾化不良的油枪投入运行。

⑥注意监视空预器进、出口烟温,热风温度及空预器进出口风压差变化情况,防止二次燃烧损坏空预器。加强对空预器吹灰的检查,确保投运正常。

⑦注意汽包水位变化。当水位偏高,可用定排控制。

### 3.2 冲转升速过程注意事项

①机组升速暖机时,不得在下列转速区内停留或暖机,以避开临界转速范围:1270~1470r/min、1540~1850r/min。

②低速时应重点监视轴振的变化情况:1200r/min 以下瓦振应 <0.03mm,轴振 <0.12mm,否则立即打闸停机,严禁降速暖机。

③越临界转速时瓦振应 <0.1mm,轴振应 <0.25mm,否则立即打闸停机,严禁硬闯临界转速或降速暖机。

④一阶临界转速以上瓦振应 <0.05mm,否则应查明原因,使振动 <0.03mm。不得在高振幅下停留,若瓦振达 0.08mm 或轴振达 0.25mm 时,应立即打闸停机。

⑤机组启动过程中因振动异常停机必须回到盘车状态,应全面检查、认真分析、查明原因并消除。当机组已符合启动时,连续盘车不少于 4h 才能再次启动,严禁盲目启动。

⑥汽轮机冲转后,注意检查下缸内壁温度变化,当出现骤然下降判定为汽轮机进水时,应立即打闸停机。

⑦机组冲转前及启动或运行过程中,应注意检查轴封疏水、汽轮机本体及抽汽管道疏水应畅通,且无水击、振动现象。各抽汽管道防进水热电偶之间温差大于 40℃时,可认为汽缸进水,应立即采取措施排出积水。

⑧高、中压外缸上、下半温差 >50℃,高压内缸外壁上、下半温差 >35℃,应立即打闸停机。

⑨机组定速后,在喷水装置投入低压缸排汽温度仍过高,经处理无效达 110℃时,应手动停机。

⑩机组启动及运行中,若高压外缸排汽口处蒸汽温度过高,经处理无效达 420℃时,应手动停机。

⑪机组处于疏水状态下,遇到破坏真空紧急故障停机时,应尽快地将疏水门关闭。

⑫定速后停交流润滑油泵运行,应严密监视主油泵出口油压不应下降,润滑油压不低于 0.08MPa,油泵停止正常不反转。

⑬检查汽机各参数在允许范围内。

### 3.3 机组并网注意事项

①注意避免汽轮机转速过高引起发电机过电压。

②升压过程中,发电机定子三相电流应为零,发电机定子三相电压应平衡,应测量转子绝缘正常。

③自动励磁升压时,应注意监视,发现异常应立即改为

手动升压。

④频差、压差大，不可并列。同期装置启动后应注意频差、压差的自动调节情况，同期超时应及时查找原因，正常后方可重新并列。

⑤升压过程中，各参数应符合发电机空载特性曲线。

⑥并网时，若对系统发生较大冲击，应查明原因并对发变组详细检查；冲击无法消除时，应紧急解列发电机。

⑦并网后应增加励磁，检查无功功率有无变化，稳定机组运行。

⑧并网后对发变组系统进行一次详细检查。特别注意各冷却装置的介质参数及有无漏油、漏水、漏氢等现象。

### 3.4 机组升负荷注意事项

①升负荷过程中，机组振动异常时，应及时查明原因并消除，或减负荷直至振动恢复原来水平为止，并在此负荷下稳定运行一段时间，方可继续升负荷；若机组突发振动超限，应立即打闸停机。

②机组启动过程中，如遇打闸停机时，应立即关闭过热器、再热器减温水。若需破坏真空，应尽快关闭主、再热蒸汽管道疏水。关闭轴封一档漏气至除氧器电动门。

③升负荷过程中，应控制主、再热汽温均匀上升。注意监视高、中压第一级处内壁金属温升率应小于 $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，且汽缸及法兰上下、内外各部金属温差正常，各汽缸膨胀均匀顺畅，胀差在正常范围内，否则，停止加负荷进行暖机或设法消除<sup>[1]</sup>。

④启动过程中应加强凝结水的化验分析，合格后及时回收。

⑤投粉时应注意观察煤粉的着火情况，及时进行调整保持着火稳定。如投粉不着，应立即停运，防止二次燃烧。升负荷过程中，注意保持燃烧稳定。

## 4 机组温态及热态启动

第一，温态启动，先送轴封，后抽真空。

第二，热态、极热态启动，点火后应适当加强燃烧提升汽温。视升温、升压及汽温与汽压的匹配情况调整高、低旁开度，满足热态升温升压的要求。但在启动过程中必须密切监视各受热面管壁温度及汽温，当出现管壁超温报警时，应及时采取措施进行调整，必要时锅炉灭火。严禁启动中出现超温现象。

第三，冲转参数推荐值：

主蒸汽压力：温态：7.84MPa；热态：9.81MPa；极热态：11.76MPa。

主蒸汽温度：温态：410℃；热态：450℃；极热态：

510℃。

再热蒸汽温度：温态：327℃；热态：417℃；极热态：487℃。

第四，启动过程中注意事项：

①极热态启动缸温较高，严禁冷汽进入汽缸，冲转以前，若缸温差异常系疏水进入，应关闭汽缸本体疏水。冲转前本体疏水开启5min后关闭。

②摩检转速500r/min时应倾听动静部分是否有摩擦，注意监视瓦振、轴振变化情况。

③升速过程中对振动的规定按冷态启动要求执行，严禁硬闯临界转速。

④温态启动时，依据缸温情况可选择进行高速暖机，暖机结束条件服从冷态启动；并且夹层加热系统应及时投入，待缸温达到规定要求且胀差降低时停用。

⑤热态、极热态启动定速后，全面检查正常后，应尽早并网带负荷，不允许滞留时间过长，同时主、再热汽温应呈上升趋势，禁止汽温大幅度波动。

⑥热态、极热态启动时，若胀差出现负方向变化时，应尽快增加机组负荷，并注意监视胀差及调节级汽温的变化，当胀差负变停止转为正变，同时调节级汽温与缸温匹配时改为正常升负荷率。

⑦投入高、低旁路前应充分疏水，高、低旁路投入后，应检查高排逆止门关闭情况，注意高压缸排汽口蒸汽及缸温的变化，注意调整控制再热蒸汽压力，避免高排逆止门关不严，引起机组冲转。

⑧温态、热态、极热态启动冲转，应采取措施，在能保证主、再热蒸汽冲转参数及确保过热器，再热器汽温和壁温不超温的前提下，尽量控制高旁开度，避免高压缸出现闷缸现象。

⑨热态、极热态启动，缸温高，冲转过程及升负荷中，应及时调整燃烧，控制汽温不可大幅度波动，以免引起胀差异常。投粉时应调整燃烧稳定，注意监视过热器、再热器各级受热面的金属壁温及汽温，及时采用各种调温手段，严禁出现超温现象。

通过开机过程的优化，节约了大量燃油和厂用电，缩短了开机时间，保证了机组安全经济启动，为公司扭亏增盈做出了贡献。

### 参考文献

- [1] 蔡军林.300MW火电机组集控运行[M].北京:中国电力出版社,2005.
- [2] 郑体宽.热力发电厂[M].北京:中国电力出版社,1999.
- [3] 吴季兰.汽轮机设备及系统[M].北京:中国电力出版社,2006.