

汽轮机灵活性运行的控制策略改进及具体措施

文/卢 刚¹ 李成宝¹ 李 杨¹ 江晓然¹ 于升旭² 陈 奇¹

1. 华能大连电厂；2. 华能大连热电有限公司

摘要：某电厂亚临界300 MW机组，根据结构和强度等设计特点，提出满足抽汽需求的方案。由于供热参数较高，需要在各个关键环节慎重选择解决方案，以期为同类型机组抽汽提供参考依据。

关键词：亚临界300 MW机组；再热抽汽；阀门调整压力

依据国务院《2030年前碳达峰行动方案》及国家发展改革委《全国煤电机组改造升级实施方案》要求，火电机组在国家能源结构的功能要从主力能源逐渐向辅助调峰方向转变，火电机组要具备负荷灵活性调整能力，更多地担负调峰责任。这种要求给火电汽轮机运行提出了一个新的课题：如何依据负荷变化，合理控制汽轮机阀位，在保证控制准确度的前提下降低节流损失。

本文就喷嘴配汽的汽轮机变负荷阀位控制做一般性探讨。

灵活性调峰存在的控制问题

亚临界火电汽轮机的配汽系统一般采用喷嘴配汽，目的是在负荷变化时能够顺次开关节阀，适当降低阀门的节流损失，将节流损失控制在存在节流的阀门和其通过的流量范围内。但是由于我国的大型火电机组长期处于基荷运行状态，高压调节阀基本不参与负荷调节。

因此，较少有团队对发电负荷和高压调节阀的开启情况进行深入研究，导致电厂在调峰运行过程中并没有一个可供参考的阀门管理标准或规范。

在电厂的实际应用当中，部分负荷的实际阀位情况及协调运行中阀位管理等问题均未引起足够的

重视。

灵活性调峰的实际案例

1. 现状

华能大连电厂1、2号机组汽轮机为TC2F-40型350 MW、亚临界、单轴、双缸双排汽中间再热、反动、凝汽式汽轮机组，分别于1988年、1989年投入运行。机组顺序阀逻辑对比曲线如图1所示。

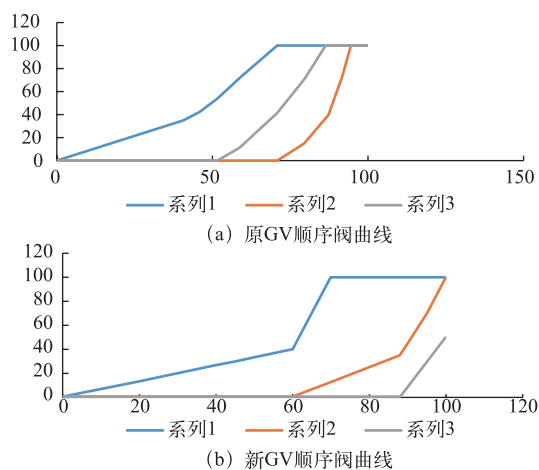


图1 机组顺序阀曲线

2. 原曲线存在问题

对比图1中两种曲线可知：原曲线（运行应用

曲线) 1、2阀开启至55%以上时, 3阀才开启, 此时流量已进入平缓阶段, 3阀开启明显过晚, 指令死区, 即综合指令的变化不能带来流量或负荷的变化。2~4阀的问题一致, 开启速率过快, 导致流量突增, 负荷过调。

3. 新曲线优化

图1中新曲线是经过试验得到的阀位流量曲线。在1、2阀开启段及3阀后半段, 阀位组合及流量取自试验结果, 通过数值计算得到最佳重叠度。限制4阀最大开度, 避免大负荷期间阀位波动。新曲线流量线性度好, 控制准确度高, 阀位稳定性好。

机组控制的理想情况是综合指令与流量成严格的线性关系, 综合指令的变化和流量指令的变化同步且同速率。高压调节阀的单独控制不意味着阀门管理, 阀门的开度还是受综合指令的制约, 因此不合理的曲线意味着阀门管理的失效。

从曲线的来源可知, 理论上的曲线由于来源于计算, 一定会和机组的实际流量特性有偏差, 通过阀位试验得到的实际流量特性, 才能够准确反映机组不同阀位下的通流能力。因此, 建议新投运机组及大修后的汽轮机都要进行一次阀门流量特性标定, 这是实现机组精确控制的基础。

4. 阀门管理的影响因素

准确的阀位流量关系可实现高效的阀门管理。配汽方式应根据机组承担的负荷形式(如基本负荷、中间负荷、两班制等)、经济性要求、部件的热应力及其他因素综合考虑后确定。因此, 从负荷形式及经济性要求来说, 在安全的前提下, 定滑定运行需要考虑最小阀位损失。

灵活性调峰的阀门管理

1. 阀门管理的思路

在灵活性运行的情况下, 本文提出了以效率优先的阀门管理思想。考虑80%负荷以下的阀门管理。在65%负荷以下, 机组以1、2阀开度45%(要依据试验结果)左右的综合指令进行滑压运行。在65%~80%负荷区间, 采用1、2阀全开+3阀开度20%(需要试验确定)的方式进行滑压运行。

流量分段阀位管理或以效率优先的阀门管理策略的优越性是不言而喻的, 不但减少了阀门的节流损失, 在有些情况下还提高了机组的运行参数, 能

从多方面带来收益。而且, 低负荷的变参数运行保证汽轮机有较均匀的高压缸温度场, 有利于机组的安全运行。

2. 阀门管理的措施

目前一些机组在运行时由于极低的负荷及锅炉参数的要求, 高压调节阀的开度更小, 调节级效率曲线如图2所示。

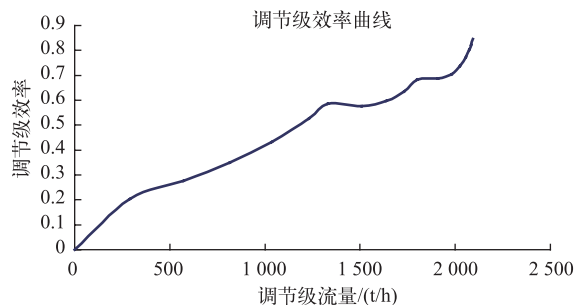


图2 调节级效率曲线

从图2曲线可以得出结论: 1、2阀的开度和调节级的效率成线性关系, 当阀门的开度小于理论全开(约为45%)时, 减小开度, 调节级效率会迅速下降, 这是很多研究机构认为喷嘴配汽的机组调节级效率低的原因。如用两阀全开做变压控制阀位, 会导致调频性能下降。综合考虑后, 可以依据试验选择节流损失较小的1、2阀阀位, 作为变参数控制起点。

3. 阀门管理的优势

机组的协调控制可以嵌入阀门管理的思想, 即在负荷变化及参数变化过程中依据负荷区间(锅炉蒸发量)明确合理的阀门开度, 这给电厂深度调峰情况下的阀门管理提供了准确的依据, 有利于电厂的运行管理, 减少由于阀位不当带来不必要的损失。

结束语

本文基于阀门流量特性的测量提出了一种控制策略, 进行以效率优先的阀门管理, 保证在不同负荷下机组的节流损失最小。

采用本文论述的方法对运行进行规范, 给运行人员确定一个可参照的经济运行的依据。以效率优先的控制策略仅有少部分应用业绩, 更多的数据有待于进一步积累。

这种控制策略给变负荷运行的火电机组带来了新的控制理念, 是一种有益的尝试。EA