

火电机组一次调频分析及性能优化

戚晓虎¹ 王严龙² 徐迎春³

1. 3. 临沂市阳光热力有限公司 山东 临沂 276000

2. 山东沂蒙抽水蓄能有限公司 山东 临沂 276000

摘要: 一次调频是已并网的发电机组基本特点之一,它能够有效调节电网的变化,增强其对抗功率缺额干扰的性能。该文做出了比较深入、完整的介绍与研究,给出了改进与提高发电机组一次调频能力的途径与技术方法,有助于完善与发展建设和进行发电机组一次调频测试,提升机组和电网一次调频控制能力有着指导意义。

关键词: 火电机组; 一次调频; 性能分析; 优化

引言: 在日常供电运营中,由于火电机组的一次调频控制功能以及和发电机组AGC功能之间缺乏合理配合,从而导致负荷反应能力不足、速度慢,工作很难持续性进行,对维护的能力可靠性产生很大负面影响。所以必须进行对火电机组一次调频之后,再做出技术上的调整,以保证电网频率的可靠性。

1 火电机组一次调频概述

在火电机组及其供电系统的正常工作过程中,频率也是相当关键的技术参数之一,而对火电机组正常运行稳定工作的基本要求也就是要确保在供电系统受到干扰以及导致系统的工作频率发生变化时可以保证系统在其自主调节条件下的正常工作时间相对较短少的工作时段内,很快恢复到正常的工作运转频率范围内或满足额定值重量的相应数值。这也就规定了,供电必须具备在对负载电流进行尽可能少的切除状况下,对发电量和用电量加以合理的保护措施,以防止因为电力系统运转频率的变动过大,而破坏发电厂及其控制系统正常工作的可行性。所以一般对供电中的频率管理工作,主要分为了以下三种频率管理工作。其中的一频谱调制是指传统的一级调频技术,其主要功能就是当供电系统在工作时的频率偏离了正常频率范围时就必须保证发电机组可以在较短的时间内进行自发反应并对整个系统的有功出力加以调节,从而达到对整个电力系统频率的平衡效果。并且也因为它可以实现有差控制所以更加适用于进行短时间、小幅度的对负荷分量的控制^[1]。而二次频率控制则主要通过调节中心的命令进行控制,而对发电机有功的进行控制。三级频谱控制则是对电厂内部的负荷实行经济控制以保证供电经济和平稳运转的主要手段。而一次调频作为频率管理的第一道屏障,又是对供电频谱平衡产生最直接、快速影响的管理手段。

2 火电机组一次调频的意义

目前我国的发电机组系统中一般都设置了一次调频系统,按照要求一百MW及以上建设与运营的火电机组都应当具有一次调频能力,并必须通过一次调频测试以满足合格条件。通过一次调频测试,能够掌握机组参加电网一次调频控制系统的负荷响应特征,为发电机组是否参加电网一次调频控制系统工作提供了技术根据。机组的电网每一次调频控制都应符合有关电网稳定管理的规定^[2]。不过就目前的实践状况来看,部分机组控制系统对频差函数、不等率等参数设置得不够准确,协调系统的性能不理想,加之与机组AGC系统出现不配合现象,导致一次调频的性能无法满足条件,负荷反馈速度缓慢,温度反馈不够,可靠性很不好,机组一次调频参数设置的不当,也会导致机组的电磁振荡系统无法正常产生影响,从而严重影响了电网对一次调频管理的实施力度和对供电频率的稳定性。

3 火电机组一次调频问题

3.1 一次调频调节幅度不足问题

一次调频设计基本原理是,按照发电机组实际速度和额定转速偏差值测算出的要提高或降低速度的发电机组理论负荷数值,将理论负荷数值再作用于实际负荷的给定数值,从而实现了通过粗略调节发电机组负荷来平衡供电频率,但是实际上理论负载值和实际负荷给定值都是可以通过机组在一定情况下测量得出的。风力发电系统在低压力时的蓄电特性显著下降,由此造成的电磁冲击承载量也明显下降,并已形成了在发电厂上的普遍存在问题。因此,我们可以通过在DEH中建立出泵内电压变化的折线函数,并确定与压力的比例关系,在高压为单阀/多阀时、低压上和下游时的不同场合,可以通过分别后备保护求取合理数值,以便于保证在低负荷或低汽压状态下的调节闸适当过开,以达到每一次调制频率的电量需求。

3.2 一次调频和AGC指令有相互影响

大部分发电机组都使用了AGC调节方法,发电机组的工作负载变化会同时引起一次调频和AGC调节的影响,一旦发电机组在工作过程中,其负载的变化方向与一次调频的工作指令是反向的,将会造成在发电机组负载下降的过程中,而一次调频的工作负载贡献量也会随着工作负载减少而被抵消,甚至可能产生上一次调频的全部负荷都被完全抵消的现象,从而造成调频贡献率工作无法完成^[3]。为了解决这种问题,目前多数机组的控制人员都会在更改控制逻辑,如一次调频优先的逻辑,闭锁反向AGC指令。尽管在技术上能够满足上述条件,可是在实际运行时,由于汽轮机的运转和控制过程中仍然会收到拉回逻辑的影响,从而导致汽轮机的负荷指令和实际负载并没有完全相符合,并且仍然会因为偏差而干扰汽轮机的正常工作,同时还会使得实际负载不会反向变化,所以即使汽轮机的中控积分作用仍然会使实际负载会拉,仍然会出现调频实际积分电量被抵消的情况。

3.3 反向动作的问题

产生此现象的主要因素,是由于火电机组所采取的高压模式运行,且在其DEH控制逻辑中同时存在电流控制回路,也就造成了在发电机组的一次电磁振荡运动中,因为汽机节调门打开程度的不同而造成了电流差异,从而导致电流控制回路中的高压控制了电路动作,并且此时的压力调节与通过一次电流调频技术控制的节调门动作方向完全相反,从而产生了电流反向动作的问题^[4]。因此产生了电压反向移动的现象^[4]。另外,对采用能量平衡控制策略的协调系统而言,该系统中的一电压变化的切换电源将会对下一个电磁振荡动作造成反调作用,这就可能会产生下一个的电压变化方式,和一个对电磁振荡的能量需求方式完全相反。但若是将一次调制频率动作直接从CCS上进入此系统中,那么一次调制频率动作就将会使得调门的方式出现阶跃改变,并且也会使得压力调节电路对调节级压力快速调整,从而使得输出阀位的命令和一次调制频率命令完全相反。

4 火电机组一次调频性能优化措施

4.1 优化方案和参数设置

要提高一次调频的稳定性。必须设置压力死点,确保每次调频稳定性的良好实现^[5]。每进行电磁振荡操作之前,就必须关注主汽压值对当前压力和额定负荷下电压之间的偏差状况,一旦偏差比较严重,则电压补偿回路就必须做出动作,并对汽机主控调速电路加以控制,以便保证主汽电压的平衡。而一旦误差不大,则电压补偿回路就不能产生动作,从而保证了电网频率的平稳工作。

4.2 调压函数的优化

一次调频协调侧的优化措施主要针对于消除主机内汽压偏差,对一次调频反调。但同时也要充分考虑正常工作状况下压力偏移对发电机组安全所造成的危害,在机组内增减负载过程中应能确保压力偏移在规定范围内。每次调频动作时,转换至每次调频动作的后调压函数。再修改调压函数的斜率,以达到下一次调频操作要求。但这种调节方法,在较大频差和工作时间延长的操作情况下,可能会发生反调的现象。

4.3 对调频动作闭锁汽机主动PID进行反向调节

为了解决一次调频过程中AGC的影响,就专门考虑到了闭锁机组负荷的反向指令策略,也可以专门制定了调频过程闭锁或是汽机主控PID的反向控制方案,使目标负荷与实际负荷之间的误差大大缩小。允许频差越过死点,而且能够达到电网考核要求的闭锁时间为六十秒钟的要求,能够实现使用M/A功能的闭锁增减功,并且防止了I/O站的时间反向变化,以及通过PID计算结果在闭锁时刻加以跟踪,从而防止在解禁时刻发生扰动的情況^[1]。在实际工作中,因为地方供电有着较为频繁的频率波动,所以进行一次调频工作时往往会导致比较严重的影响,如果闭锁过于频繁,还不利于进行AGC调节因此也可自己根据AGC的实际状况,来对闭锁死区的延时时间加以设定,避免有不必要的关闭次数。

4.4 一次调频前馈阀位修正系数

因为阀流量须具有线性的特征,而且具有一定的时间重叠性,所以在对顺序阀实施管理过程中,针对相同的一次前馈流量对于汽泵阀位落的线性区与非线性区之间负荷的作用完全不同。可通过调节阀门电流的方式,使阀门只具备线性的特征但是使用该方法比较复杂,并且并不经济。为防止要对阀的电流特征做出太大的调整,以及制订出一次调频时的调整系数方法,需要结合调频工作中的历史数据,对于不同阀位下的一次调频前馈进行系数的修正,从而满足一次调频工作的需要。

4.5 频率信号采集方式优化

供电侧考核并网发电机组的一次调频响应能力,是由通过机组PMU(同步相量测量单元)等设备中检测的信息再经运算得出的结果,而发电厂机组原频率信息则取自于频率变送器的检测值,也有些发电机组还将通过汽机转速卡测量的速度信息成为了原频率信息,这些信号均可能与电网实际频率存在偏差。实际证明,这种信号不同源误差容易导致发电机组一次调频各项指标偏离标准值较大尤其是容易发生小频差不适应的情况^[2]。为克服这一困难,电站对全机组的PMU设备实施了同源改造,有

针对性的设置了一个与信号相适应系统。把PMU设备上的频谱和电源信息都纳入了DEH,一方面将频谱信息用于下一次调频动作指令的计算,另一方面功率信息又作为实际负荷情况的反映,从而解决了频谱信息采集的真实性与实际负荷传递的统一性,从而真正做到了机组调频工作和对电网需求信息的同时反馈。

4.6 一次调频前馈定向闭锁定时复位策略

设计具有如下一些优势:当频率越出死区后,在规定时间内只选择对调频操作最有用的指令前馈进行输出调整,即高频选小或低频选大,从而减少了调门版台波动,有效保障了系统安全性,延长了执行机构寿命,同时也显著提高了功率;不需要减小调频死点、以延时结束调频工作或对调频工作速度进行适当调整,以免对AGC调节系统产生重大干扰;而是按照规定的日期定时地对所选择后的调节指令进行一次复位调整,并按照机组运营实际状况和地方电网规定实行在线调整,在一次的调频技术合格率和AGC速率之间寻找平衡点^[3]。也就大幅降低了调门的操作频率,从而保障了设备安全性,也延长了操作单元寿命。

4.7 优化主蒸温度控制

主蒸温度控制系统影响着机组的运行稳定性,间接影响着机组不等率的确定,该系统控制主要由二级喷水降低温度系统组成。一级喷水下降温度阀门的调水量是二级喷射降温装置的进口水温,而二级喷射下降温度调整水量则为末端过温装置的出口水温。采用前馈式串级PID算法,具体的控制策略有:锅炉主控微分前馈、磨煤机自主启停补偿、进口温度微分之间调节等^[4]。由发电站的操作人员选择温度设定值,并与实际数值加以对比,通过主调节器调节减温器出口温度,利用辅助调节器控制闸门开度也即减暖水的流速,并以此控制主蒸汽的温度控制。这部分优化工作主要集中在PID整定以及前馈量的

修正上。

4.8 智能控制装置数据处理

基于大数据开发的一次调频控制软件,可根据机组频率变化规律,结合历史频率大数据分析结果进行动态分析,输出可调的一次调频动作量,实现基于网频变化的动态调节功能,同时也依据机组频谱变化,根据历史频谱大数据分析结果进行了动态评估,当频率在超过死亡区时倾斜度最大或超过死亡空间时无回头,则系统确认为有效干扰,而系统根据斜率情况动态增加调制频谱幅度,以实现十五秒和三十秒响应指数达到考核需要的目的^[5]。

结语

一次调频问题对于火电厂、对于电网都是具有关键意义的,从某种程度上来说,一次调频问题的控制力度将直接影响到人们生活和发展。一次电频问题的合格性将直接影响着火电厂运行的稳定性和高效性。但火电厂的一次调频问题也要靠诸多的数据进行反馈,因此,针对火电厂的一次调频问题进行优化时必须要做好数据的监测和计算,针对问题进行对应的解决,时刻将其控制在合格的范围内。

参考文献

- [1]吴坡,张江南,贺勇,段松涛,任鹏凌.发电机组一次调频性能优化及应用[J].浙江电力,2019,38(6):64-71.
- [2]李宁纲,董建朋.基于网源协调火电机组一次调频的闭环控制系统设计[J].河南科技,2019(19):52-54.
- [3]李华,陈志刚,柴琦,等.基于频率信号的火电机组一次调频改造及优化[J].电气技术,2019,(2):101~104.
- [4]李云,邹包产,郝臻.火电机组一次调频性能优化研究与应用[J].内燃机与配件,2017(3):143-145.
- [5]黄卫剑,张曦,陈世和,等.提高火电机组一次调频响应速度[J].中国电力,2018,4(1):73-77.