

补汽阀参与机组调频的问题及调频策略分析

徐 翔

国家能源集团宿迁发电有限公司 江苏 宿迁 223800

摘 要: 补汽阀是汽轮机组重要设备, 参与到机组运行中, 支持机组稳定运行。在电力行业快速发展的背景下, 汽轮机组作为重要设备发挥了重要作用, 电网频率是确保电能质量的关键, 在具体的运用中机组调频问题也受到了人们的重视。如果补汽阀在调频时候存在问题就会影响到机组运行效益。部分汽轮机组补汽阀投运后, 会诱发轴系振动而影响到补汽阀调频功能的正常使用。文章展开补汽阀参与机组调频方面问题的分析, 针对其问题认真讨论, 提出解决对策。

关键词: 调频; 补汽阀; 机组; 策略

Analysis of steam filling valve participating in unit frequency modulation and frequency modulation strategy

Xu Xiang

National Energy Group Suqian Power Generation Co., LTD. Jiangsu Suqian 223800

Abstract: Steam filling valve is an important equipment of steam turbine unit, which participates in the operation of the unit and supports the stable operation of the unit. In the background of the rapid development of the power industry, the steam turbine unit, as an important equipment, plays an important role. The frequency of the power grid is the key to ensure the power quality, in the specific application of the unit frequency modulation problem has also been people's attention. If there are problems in the filling valve during frequency modulation, it will affect the operation efficiency of the unit. After the operation of some steam turbine units, it will induce the vibration of the axle system and affect the normal use of the frequency modulation function of the steam filling valve. This paper analyzes the problems of the frequency modulation of the steam valve in the unit, discusses the problems seriously and puts forward solutions.

Key words: frequency modulation; steam filling valve; unit; strategy

电厂在实际运行中, 补汽阀投运后会产生系统的振动, 影响到补汽阀快速调频功能的运用, 现实生活中人们为彻底解决这个问题, 认为应该利用凝结水系统蓄能、高加给水旁路等方式即可实现调频。对于部分机组还可以选择“可调整”0段抽汽方式参与调频, 这些方式均可以丰富调频手段, 在很大程度上保证了机组的经济性, 确保了设备整体使用效益。

1 全周进汽加补汽阀技术

补汽阀设备关系到机组的正常与稳定, 在电力生产中有十分重要的作用。新时期电力技术不断发展, 电网频率是确保电能质量的关键, 全周进汽阀技术在设计上选择HMN设计, 这种设计使用高压单流H型积木、中压双流M型、低压双流N型, 这种设计摒弃了美日等国在补汽阀上使用的双流调节设计理念, 而使用全周进汽以及圆筒形高压缸设计, 这一设计整体上提高了工作效率, 降低热耗, 减少了供电煤的能耗情况, 指标相对先进。在汽轮机补汽阀方面的设计上,

最初选择在30%~100%负荷范围内使用滑压运行方式, 此时调节阀全面开启, 能够减少流量的节流损失。当机组参与调频时, 使用补汽阀。这种设计能满足两个目的, 一方面是在额定流量下滑压运行机组进汽压力能够达到额定值, 从而弥补滑压运行模式下蒸汽压力的不足; 另一方面是机组运行的时候不必使用主调阀来调节, 调频速度在3s之内, 效率非常高, 能量储备也很快, 在快速增加负荷的时候主蒸汽压力的变化速度小, 能够减少机组设备压力波动所带来的影响。实际发现投运后的机组投入补汽阀之后, 会启动轴系的振动。实际应用发现660MW二次再热机组补汽阀开启之后, 补汽阀开启度小于20%时, 超高压转子的振动相对稳定, 但是一旦大于20%时, 1、2号轴瓦振动会出现爬升的现象, 补汽阀开度越大振动上升越快, 同时轴位移也会正向增大。通过对频谱进行分析发现在振动增大的时候, 低频20Hz增量显著, 且随着补汽阀的开度增大而快速攀升, 基本可以诊断为汽流激振, 这在机组运行的原理上, 属于转子自激振动, 根源是蒸



汽压力导致。为确保机组运行安全稳定,将补汽阀调频限制为20%,在保证补汽阀调频能力的时候,将轴系的振动控制在可接受范围之内。另外,也存在补汽阀开启之后,损失了部分超高压转子的做功能力,机组热耗也随之增加的情况。因此从经济性出发以及机组安全运行角度来考量,主调门仍旧是机组一次调频的重要手段,补汽阀20%小开度参与机组负荷调频中,机组负荷响应能力提升,机组运行参数也在可控范围内。

2 全周进汽模式的运用

2.1 全周进汽模式具体运用优势

对于汽轮机组而言,全周进汽模式在技术上具备十分显著优势,具体表现在:第一,没有强度不足这些限制,功率能够增加到百万千瓦的级别之后仍旧能够采取单流程设计,这种方式和双流程相比,额定工况下效率更高。第二,这种进汽方式不产生汽隙激振,在很大程度上提高了机组轴系稳定性。第三,荷载较小,确保叶片安全性。超高压缸叶片不再约束机组参数的提高,对于功率提升也无约束。第四,超超临界参数热力循环时部分负荷经济性较高。

2.2 补汽阀结构和工作原理

西门子660MW单流超高压缸为标准的圆筒型结构,该型机组的最大流量比额定工况流量大很多,使用补汽阀技术能够顺利实现负荷调节,也可以减少锅炉压力波动。西门子单流超高压缸配置两个主汽门、两个调节阀,在每一个主汽门后和调门前引出管道,接入外置的补汽阀,这种阀门结构类似主调门,补汽阀在超高压缸的上下部进汽。补汽阀电液控制系统控制,由弹簧安全开闭,蒸汽从阀门引进,进入超高压转子中间级。超高压缸构造复杂,内外缸之间存在封闭的腔室。这一腔室通过超高压缸上的孔径与超高压通流部分相连接,技术人员要充分考量经济性、温度场热应力、补汽对通流能力的影响几个方面来确定补汽接入位置。按照常规情况来看,常规的温度场和热应力计算中,当温度场温差在70℃以内,可以不考虑热应力对机组寿命造成的影响^[1]。由于补汽阀热备用的需要,补汽阀关闭时保持微量的泄漏,由于汽源和主蒸汽的来源相同,所有工况下的温差情况基本稳定,即便工况变化,汽缸也不会出现附加热应力情况。

2.3 补汽阀流量特征

超超临界全周进汽汽轮机组在实际运行中,只有机组在最大流量比额定进汽流量大的多时才有必要配置补汽阀。补汽阀流量特性的设计,具体表现在:

(1)首先,要确定补汽阀的开启点,即主调门打开之后,机组达到额定的压力流量值。补汽阀功能决定了主调门流量值应等于热耗保证工况的流量,倘若这一流量大于设定的流量值,补汽阀就应开启进汽。主调门所设置的最大流量不能太大,补汽阀开启之后,机组进汽压力未能达到额定的压力值。但是如果设计得比较小,在热耗确保工况正常运行的情况下,补汽阀此时开始进汽,要损失超高压转子一定的

做功能力,经济性下降。

如补汽阀开启点从THA推迟到TMCR工况,此时主调门要增加最大设计流量值。

如果补汽阀提前打开,那么主调门的最大设计流量就会减少7%左右。但THA工况的热耗会大幅升高。

(2)补汽阀流量的设计,当主调门达到最大流量后,此时补汽阀开启,超高压缸补汽点的流量逐渐增加,此时这一处压力会随着补汽的流量而增加。这一处压力也会随着气流量的增加而增大,所以主调门的通流能力也会下降,补汽量不断增加,在设计的时候需要充分考量设相对应的推力特性变化。

(3)补汽阀使用中相当于汽轮机的第三个调节阀,其控制方式、保护设置、在线试验等功能均应与主调门一致。

3 机组调频的其余策略

3.1 凝结水一次调频

机组可以使用凝泵变频加凝结水蓄能的方式来进行调频,通过短时减少凝结水流量,降低低加抽汽量,从而提高机组负荷。在660MW二次再热机组的实际应用中,凝结水流量能够最大降低600~800t/h左右,机组出力能提升7~9MW,快速响应电网一次调频速度,减少两个细则考核。凝结水一次调频的实现过程可大致分为三个阶段:第一阶段过程速度非常快,为达到快速响应的目标,汽轮机主调门按照优化调整后的滑压曲线调整开度,适当保留少量调整余量,一次调频动作后的0~3s内主调门快速开足,能够满足小范围内、短时间的调频。第二阶段,凝结水调频参与到一次调频中,响应速度较快,一次调频动作后的3~10s之内,如果频差仍旧在动作范围之内,根据频差大小调整凝结水流量,短时减少机组回热的抽汽量,从而实现快速增加汽轮机实际负荷的目标。第三阶段,当机组主蒸汽压力上升后,实际蒸汽流量也增加,机组电负荷量也持续平稳增加即可实现调频。随后再逐步恢复到之前被减少的凝结水流量状态,并且逐步恢复平衡。这种一次调频技术满足了电网调频的要求。使用凝结水节流方式可以实现调频,但是会受到低压加热器金属材料、除氧器等设备的影响^[2]。

3.2 高加给水旁路调频

这种给水技术参与到机组调频中,这种技术的实现要结合主调门来进行,这种实现方式有:第一,主调门全开,这种调节技术是通过给水旁路来调节,调节的时候主调门的节流小,具备良好的节能效果,但是具体来看这种调节方式的响应速度、响应幅度指标都比较差,无法达到AGC考核的要求。第二,主调门为经济开度,通过旁路来辅助机组实现调频。这种方式和前一种相比,具备更好的响应速度和相应指标。假设是小频差调节,给水旁路一旦开始频繁动作,就会导致机组疲于反应,导致设备产生疲劳反应,甚至对热力系统产生很大的扰动。第三,以主调门为主,这种调节方式仍旧是通过给水旁路来进行,具体是在一定负荷下,提升主调

门滑压数值,将其开大达到调频的效果,不足部分由给水旁路来实现调节。这种调节设计下小频差调频交给主调门,如果频差比较大,则借助给水旁路写作来实现调节,但其调频效果仍受到给水旁路流量以及高加配置的影响,在660MW二次再热机组的实际应用中的效果只有2~3MW左右,远低于凝结水调频效果。

3.3 “可调整”0段抽汽调频

对于这一个项目,可以增加一种辅助解决方式,这就是调节0段抽汽量影响到高压缸的做功,从而实现调频。沿着锅炉给水流量,在原本热力系统基础上增加0号高加,该设备能够在部分负荷下以更高参数来抽汽,同时使用更高参数来加热给水,进一步提高给水的温度,锅炉排烟温度也被提升,在实际操作中能够拓宽脱硝的投运期间,提升设备的加热效率。深调峰机组中,0号高加设备和其他设备上的不同在于设备加热的时候需要频繁的起初和投运,同时设备很容易出现因为温度变化而出现较大温差的情况,这一情况比较恶劣。形式上看来U型管需要设计厚重的管板和球形封头,蛇形管连接方式比较独特,避免热力集中,所以这种蛇形管比U型管更适合大容量机组,但是造价更昂贵,各个支管和抽汽总管路在设置的时候,要让0号机组管路系统和汽轮机补汽阀的管路相隔,从而保证了系统的安全性。在设计上也

可以根据需要设置疏水阀,对其进行均匀的加热,能够避免蒸汽管路中出现汽阻现象^[3]。

实际调节过程中快速关小0段调节抽汽阀的开度,从而减少具体的抽汽量,可以增加超高压缸的做功能力,实现负荷暂态提升,此时给水温度下降,管子的平均温度下降,可以确保省煤器出水口水温在整个调频过程中保持平衡。

结语:

综上所述,全周进汽加补汽阀机组在运行时候,补汽阀投运可能诱发轴系振动,实际只能用低开度参与调频,为提高机组的调频能力,可以充分结合凝结水、给水旁路、0段抽汽调频等方法来实现机组的综合一次调频,以满足电网一次调频的要求。

参考文献:

- [1]何峥梁,张雪,赵洪羽,等.某汽轮机补汽阀流场数值模拟及改进[J].动力工程学报,2022,42(1):7-7.
- [2]金宏伟,宋佳辉,张新胜,等.基于补汽阀的一次调频优化技术研究[J].浙江电力,2022,41(11):7-7.
- [3]曹旭,胡佳佳,赵大伟.315MW机组一次调频动作准确率低的原因分析及功能优化[J].电力设备管理,2021,000(003):P.104-105,201-201.