

660MW超临界发电机组单汽泵应用

郭旭超

陕西黄陵发电有限公司 陕西延安 727307

摘要: 随着我国火电机组的日益发展, 600MW以上超临界发电机组已成主力运行单元, 据了解660MW及以上机组已占火电机组60%以上, 其中单台汽动给水泵在生产运行中的应用已经比较普遍。单台汽动给水泵在实际运行中操作简单, 运行稳定, 提高了机组经济性等特点。本文关于某厂660MW超超临界发电机组单汽泵应用入手, 通过论述单汽泵小机汽源控制以及低负荷单汽泵运行中存在的问题进行综合分析, 以对新建660MW超超临界机组单汽泵运行提供设计和运行优化经验。

关键词: 超超临界; 发电机组; 单汽泵应用

Application of single steam pump in 660MW supercritical generating unit

Xuchao Guo

Shaanxi Huangling Power Generation Co., LTD. Yan 'an, Shaanxi 727307

Abstract: With the development of thermal power units in China, supercritical power units above 600MW have become the main operating units. And it is known that 660MW and above units account for more than 60% of thermal power units, said electric generator, director of the China thermal power plant, one of the single steam feed pumps in the production operation of the application has been more common. A single steam feed pump in the actual operation of simple, stable operation, improves the unit economy and other characteristics. In this paper, the application of a 660MW ultra-supercritical single electric generator pump in a factory is discussed. And the problems existing in the steam source control of a small single steam pump and the operation of a low load single steam pump are analyzed comprehensively to provide a design and operation optimization experience for the new 660MW ultra-supercritical unit single steam pump operation.

Keywords: Ultra-Supercritical; Electric Generator; single pump applications

1. 系统简介

本文以某电厂2×660MW机组为例, 汽轮机型号为NJK660-28/600/620, 型式为660MW级高效超超临界、一次中间再热、单轴、三缸两排汽、间接空冷凝汽式汽轮机。给水系统采用1台100%的汽动给水泵组和1台30%的电动给水泵。电动给水泵组用于机组启动建立锅炉启动流量, 以及机组低负荷时汽泵异常情况下的备用。

2. 超临界机组单汽泵启动的难点及相关问题

亚临界汽包炉单汽泵启动在实际应用较为成熟, 主要通过维持汽泵定压运行, 稳定流量和操作锅炉排污系统来保持汽包水位正常, 通过汽包连续进水, 与排污进行建立炉内循环启动流量。但超临界机组直流锅炉没有

大容积的汽包与排污系统进行缓冲, 必须建立一定的启动流量才能保证启动初期的水冷壁不会超温。因此, 超临界机组的单汽泵启动难度大、要求高。

在机组启动时, 汽泵要进行冲转, 暖机, 对于某电厂汽泵小机应用东方汽轮机生产的G30-1.0, 单缸、单流、冲动式、纯凝汽了汽轮机, 从汽泵小机启动至转速2800r/min, 正常情况所需要时间约45-50min, 对于电泵来说时间较长, 影响机组启动时间。

在机组启动时, 给水流量它由水冷壁安全质量流速来决定; 启动流量一般为200-300t/h变流量冲洗, 甚至有些电厂要求给水流量300-500t/h变流量冲洗, 给水流量大幅度的变化, 对于汽动给水泵的转速控制MEH系统要求很高, 同时要求给水泵及其前置泵入口必须汽蚀余

量较小，或者将除氧器物理高度升高（某电厂除氧器中心线标高46.25m），否则给水泵及其前置泵入口压力降低，经常造成汽泵入口压力低跳泵，或者汽泵发生汽蚀现象，影响泵组安全和机组顺利启动。

3. 超临界机组单汽泵小机汽源切换方式及改动

某电厂小机汽源有辅助蒸汽、四段抽汽、冷再蒸汽。小机低压汽源（辅助蒸汽、四段抽汽）和高压备用汽源（冷再）之间采用外切换的方式的参数值如表1。

表1 参数值

参 数 蒸汽汽源	压力 (MPa)	温度 (℃)	流量 (t/h)
辅助蒸汽	0.6-1.6	300-350	88.25
四段抽汽	1.125	357.3	106.12
冷再蒸汽	5.87	356.3	90.75

当四抽汽源异常或30%额定负荷（滑压）以下，低压蒸汽流量不能满足给水泵的功率要求时，手动将切换阀（EV阀）打开，将冷再汽引入作补充汽源。通过切换阀的节流调节后，相继通过低压主汽阀、低压调节阀，然后进入喷嘴做功。

由于EV阀需运行人员手动开关，往往存在调整不及时或调整幅度不当的情况，其结果是造成小机转速波动大，进而导致给水流量波动大，影响机组安全运行。当用该低压汽源供汽而未及时切除高压汽源时，机组经济性下降。为提高小机高压备用汽源的可靠备用性，提高机组经济性，且减少运行人员手动操作强度，某电厂生产人员进行了以下工作。

3.1 数据统计

某电厂运行人员根据机组多次启动、停运情况，以及平时运行工况，将机组不同负荷下（统计机组负荷200MW-630MW数据，因为机组至200MW时转至干态运行，给水系统相关数据具有代表性）小机转速、小机主汽门前压力、给水流量、小机低压调门开度、主机主蒸汽压力、四段抽汽压力等数据进行收集，取出有代表性数据，得出EV阀设定参考值，与小机调节相关参数如表2所示^[1]。

3.2 设置小机EV阀自动设定压力值函数

根据上述小机转速与主汽门前压力相关参数表，设置小机EV阀自动设定压力值函数。设定压力值在充分考虑了小机调节汽门开度及给水流量安全的情况下，适当低于小机主汽门前汽压，目的是为了减少高压汽源用量，多用低压抽汽量以提高小机经济性。最终得出EV阀自动调节数据。

表2 小机转速与主汽门前压力相关参数表

工 况	负荷 MW	主汽 压力 MPa	四抽 压力 MPa	给水 流量 t/h	小机 转速 r/ min	小机主 汽门前 压力 MPa	EV 阀压 力设定 值 MPa	小机调 节门开 度 %
1	200	13.05	0.272	615	2800	0.42	0.38	40
2	330	18.45	0.442	1055	3800	0.46	0.38	51
3	388	18.77	0.536	1195	4000	0.48	0.38	63
4	415	20.56	0.623	1373	4300	0.59	0.42	65
5	456	20.76	0.693	1425	4400	0.61	0.53	66
6	500	23.49	0.699	1503	4600	0.66	0.61	72
7	550	23.77	0.752	1610	4700	0.71	0.65	72
8	600	22.95	0.811	1737	4790	0.77	0.72	76
9	610	23.91	0.823	1765	5020	0.79	0.74	80
10	630	24.21	0.852	1823	5040	0.82	0.77	85

3.3 EV阀投入自动优点

经以上优化后，将EV阀投入自动后，运行人员在不同负荷下通过关小四段抽汽门，改变小机主汽门前压力，EV阀均能自动按设定压力开关控制小机主汽门前压力。在开停机过程中，只要冷再蒸汽具备投运条件，随即投入EV阀自动，大大降低了运行人员的操作量。

4. 小机汽源切换功能完善与控制优化效果分析

4.1 EV阀增加压力偏置设定功能

对给水泵汽轮机进汽管道中的阀门，考虑阀门线性及其行程开度或大机主汽压力在相同负荷下都存在一定的偏差，从而使EV阀压力设定与需求存在一定偏差，严重时会造成给水流量波动，影响机组安全运行。为解决这一问题，对EV阀增加压力偏置设定，运行人员可根据需求设置压力偏值以满足实际需求。

4.2 增加小机调节汽门开度大于70%报警功能

由于汽源、主汽压、负荷等因素，小机调节汽门开度可能出现大于70%的情况。小机调节汽门开度大于70%后调节性能变差，对于机组加负荷响应速度较慢，造成给水流量滞后，从而使水煤比降低，过热度升高，锅炉壁温超温，严重影响锅炉安全运行。为此，增加小机调节汽门开度大于70%的报警功能，当小机调节汽门开度大于70%时发出声光报警提醒，运行人员立即排查原因并处理，以保证机组安全运行。

4.3 在四段抽汽至小机供汽电动门后加装一个电动调节阀

四段抽汽至小机供汽电动门最初设计为开关型，在开机或停机过程中当进行四段抽汽与冷再汽源切换时，为防止汽源大幅波动引起小机转速大幅波动而造成给水

事故,每次均需要派人就地手动缓慢开关四段抽汽至小机供汽电动门,由于该电动门较大,每次操作需耗费较大的人力。为减少人力消耗且让汽源切换更加平稳,在四段抽汽至小机供汽电动门后加装一个电动调节闸阀,电动门用于隔离,电动调节门用于调节。运行人员进行汽源切换时,根据小机当时转速、给水流量、小机主汽门前压力,控制四段抽汽至小机供汽电动调节门的开度大小,确保汽源平稳切换。

4.4 单汽泵小机汽源控制优化效果分析

a.某电厂对单汽泵小机汽源控制优化后,由人员监视并关EV阀的操作改由MEH控制,确保备用汽源随时处于备用中,改变了原来工作汽源异常后由人员判断且手动调节的情况,缩短了小机汽源异常的处理时间。

b.EV阀设置压力偏值后成功解决了设定函数与实际运行中因系统问题造成的偏差,让运行方式得到较大优化。

c.增加小机调节汽门开度大于70%声光报警功能后,运行人员每次均能在第一时间发现异常,及时分析原因并处理。

d.在四段抽汽至小机供汽电动门后加装一个电动调节闸阀,大大减少了人员操作强度且让汽源切换更加平稳。

5. 低负荷单汽动给水泵运行

当低压蒸汽参数降低至小机不足以驱动汽动给水泵达到所要求的转速时(主机负荷40%负荷以下,即264MW负荷以下),主机的功率平衡将受到破坏。

根据表1可以得出:负荷至200MW时,给水流量

615t/h,给水泵最低转速2800r/min(MEH要求给水泵2800r/min方可投入遥控),给水泵转速无向下调节余量。根据实际情况,调整运行方式:机组负荷264MW至200MW时,机组运行模式切换至TF运行,在理论给煤量的基础上增加3-6t/h,过热度控制在30-35℃,给水流量控制在620-650t/h,同时开启再循环调节门至40%,控制给水泵汽轮机转速至3100-3150r/min,避免给水泵汽轮机转速在2800r/min附近运行造成转速控制切除遥控功能。四抽压力降至0.4MPa,同时自动开启EV阀,将冷再高压汽源与系统并入运行,避免汽源压力过低造成给水泵汽轮机转速,给水流量波动^[2]。

6. 结束语

660MW超超临界机组单汽泵配置方式下,小机运行安全性直接关系到整个机组的安全,小机跳闸则机组跳闸,而机组每次跳闸将给电网带来较大冲击,同时对整个热力系统造成冲击,并且恢复过程慢,给电厂带来较大的经济损失,尤其是在深调期间的小机系统控制,因此,单汽泵机组对于汽泵的运行务必高度关注和重视,确保小机汽源稳定。本文通过对某厂单汽泵运行中存在的问题和优化策略进行分析和总结,对我司新建660MW单汽泵超超临界机组的运行调试提供了参考依据。

参考文献:

[1]冯德群.660MW超超临界机组培训教材.锅炉设备及系统.北京:中国电力出版社,2022.

[2]任福虎.大型火电厂新员工培训教材.锅炉分册.北京:中国电力出版社,2020.