

燃气 – 蒸汽联合循环机组旁路系统逻辑优化

万志勇

(江苏华电戚墅堰发电有限公司,江苏 常州 213011)

摘 要:9FA 级燃气 – 蒸汽联合循环机组启动中存在启动速度慢、经济性差的问题,分析了机组配套旁路系统逻辑存在的问题,通过优化旁路系统运行逻辑,提高了机组启动的经济性。
关键词:旁路系统;冷态启动;热态启动;经济性;逻辑优化
中图分类号:TM 621 **文献标志码:**B **文章编号:**1674 – 1951(2017)07 – 0062 – 02

0 引言

燃气 – 蒸汽联合循环发电机组具有效率高、启停快以及无外电源启动等优点,不仅可以用作紧急备用电源和尖峰负荷机组,而且还能带基本负荷和中间负荷,特别适用于调峰。

某公司 2 套 390 MW 燃气 – 蒸汽联合循环发电机组为美国 GE 公司 9FA 型燃气 – 蒸汽联合循环发电机组,日常作为调峰机组,启动方式基本为热态启动。但随着运行方式的改变以及受机组临时检修等因素影响,不可避免地存在冷态启动的机会。该型机组在启动中存在启动速度慢、经济性差的特点,需要对旁路系统进行逻辑优化,以提高机组启动的经济性。

1 旁路系统存在的问题

9FA 燃气 – 蒸汽联合循环发电机组旁路系统由高、中、低压旁路三级并联组成,在启、停机及甩负荷时各自将高、中、低压过热器中的蒸汽导入凝汽器。

高、中、低压旁路系统在机组启动时就投入自动。高压旁路(以下简称高旁)的压力设定值有 2 个:一个是主蒸汽压力达到 3.900 MPa(最小工作压力);另一个是当满足发电机并网、汽轮机未跳闸及入口压力控制(IPC)投入时,其定值为当时的主蒸汽压力 +0.350 MPa。中压旁路(以下简称中旁)的压力设定值是主蒸汽压力达 2.300 MPa。低压旁路(以下简称低旁)的压力设定值有 2 个:冷态启动时,投“压力设定”键,低旁压力设定值为低压主蒸汽压力 0.240 MPa;热态启动时,低旁压力设定值为低压主蒸汽压力 0.395 MPa。

冷态和热态启动时存在的主要问题:冷态启动时,旁路长时间开启,经济性差;热态启动时,由于温

度高、压力高,为了维持进口压力在 3.900 MPa 需开大旁路,大量蒸汽进入凝汽器,造成浪费。若解除旁路自动,手动关闭旁路,控制失当时会造成汽包升压速率及汽包壁上下温差超过限值,影响安全性。

从表 1 可以看出,旁路投用正确与否对机组启动时间以及汽包金属应力都有很大的影响。

2 旁路系统逻辑分析及修改

高、中、低压旁路三级并联,将过热器中的蒸汽排至凝汽器,在机组启动初期能够加强疏水,提升余热锅炉及主蒸汽管道暖管速度,缩短启动时间并回收工质,匹配汽轮机冲转缸温。

2.1 旁路系统逻辑合理性分析

以高旁为例,高旁的动作值有 2 个:一个是主蒸汽压力达到 3.900 MPa(最低值);另一个是当发电机并网、汽轮机未跳闸及 IPC 投入时,定值为当时主蒸汽压力 +0.350 MPa。也就是说,无论机组是冷态启动还是热态启动,启动初期,高旁压力自动定值为 3.900 MPa,达到这个压力旁路就打开,未达到就关闭。只有在机组进汽结束、IPC 投入后,高旁定值才变为当时的主蒸汽压力 +0.350 MPa。

这样设计存在不合理性,热态启动中汽轮机和余热锅炉均保持较高温度,燃气轮机为了匹配冲转缸温,采取的排烟温度设定逻辑是汽轮机高压缸上部温度 +100 ℃ 且 ≤565 ℃。由于温度高、压力高,旁路为了维持进口压力在 3.900 MPa,逐步开大旁路直至开足,由于余热锅炉暖炉已经结束,大量宝贵的蒸汽进入凝汽器,造成浪费。

在冷态启动中,汽轮机和余热锅炉温度均比低,为保证余热锅炉加热的最小温度,燃气轮机排烟温度设定为 371 ℃。由于温度低、加热量很小,余热锅炉经长时间暖炉后汽包压力仍然很低,高旁因为 3.900 MPa 的压力定值长时间开启,造成启动时间延长,经济性差。

表 1 旁路投用参数

启动模式	启动时间/h		汽包温升速率/(℃·h ⁻¹)		汽包上下壁温差/℃	
	投用不正确	投用正确	投用不正确	投用正确	投用不正确	投用正确
冷态启动	>3.5	≤3.5	≤110	110	≤44.4	44.4
热态启动	≤1.5	1.5	≥110	110	≥44.4	44.4

2.2 旁路系统逻辑修改思路

通过上述分析,提出旁路系统逻辑修改思路,以适应冷、温、热 3 种不同状态的启机过程。为保证冷态启动时的余热锅炉及高、中、低压主蒸汽管路的暖炉暖管效果,保留高旁最小压力定值 3.900 MPa,当暖炉结束(以高压汽包下壁温度 >250℃ 及上、下壁温差 <10℃ 为判断依据)时,根据当时的主蒸汽温度,参考汽包温升速率逐步提升主蒸汽压力至 6.500 MPa,并持续进行暖机。

中旁压力定值维持不变,为提高机组正常运行时中压系统的效率,增加逻辑为:IPC 投入后,中旁压力设定值按一定升速率提高至 2.450 MPa。

为提高机组正常运行时低压系统的效率,保留低压旁路压力设定值 0.395 MPa 一值,去除 0.240 MPa 一值。

3 逻辑优化

3.1 高旁减压阀

- 高旁减压阀自动定值逻辑修改为 3 个值。
 - 定值 1:最小定值为 3.900 MPa。
 - 定值 2:当同时满足主蒸汽压力 >3.800 MPa 满 5 min、高压主蒸汽温度 >445℃ 条件时,高旁自动定值为汽包压力 +0.350 MPa,最大至 6.500 MPa。
 - 定值 3:当满足发电机并网、汽轮机未跳闸、IPC 投入时,定值为当时的主蒸汽压力 +0.350 MPa。
- 定值的升速率为 0.240 MPa/min,定值的降速率没限制。

机组启动时:旁路减压阀自动定值为暖机结束时的主蒸汽压力(最小 3.900 MPa);当满足定值 2 条件后定值为主蒸汽压力 + 0.350 MPa,最大至 6.500 MPa;当 IPC 投入后定值为当时的主蒸汽压力 +0.350 MPa,最大至 10.400 MPa;定值的升速率最大为 0.240 MPa/min。

机组停机时:高旁减压阀自动定值为当时的主蒸汽压力 +0.350 MPa;当出现 IPC 自动退出、汽轮机跳闸或发电机解列任一条件时,定值为当时的主蒸汽压力。

中压过热器出口调节阀:自动压力定值改为固定值 2.300 MPa。

3.2 中旁减压阀

中旁减压阀自动定值改为 2 个值。

定值 1:最小定值为 2.300 MPa。

定值 2:当中压过热器出口调节阀投自动或汽轮机未跳闸 IPC 投入时,定值为 2.450 MPa。

定值 1 变到定值 2 时,定值升速率为 0.018 MPa/min。

3.3 低旁减压阀

低旁减压阀去除“压力设定”按钮,旁路自动投入后只用一个固定压力 0.395 MPa。

3.4 高、中、低旁减温阀

去除其他保护,增加旁路减压阀投自动时旁路减温电动隔离阀自开;增设高、中旁后温度 ≥170℃ (低旁后温度 ≥130℃)时,旁路减温电动隔离阀自开和旁路减温阀自开至 90% 以上;正常运行旁路减温阀投自动时,开度指令为 1.6 倍减压阀开度指令 +11%,减压阀最小开度指令为 -5%,减温阀最小开度指令为 3%。

3.5 其他

- (1)高、中、低旁减压阀、减温阀在燃气轮机点火前投入自动,破坏真空前减压阀退出自动。
- (2)中压并汽时,将中压过热器出口调节阀投入自动即可。
- (3)机组运行中退出 IPC 时应先退出高旁减压阀自动。

在进行运行逻辑修改及操作票优化后,无论热态启动还是冷态启动,均能达到安全快速暖炉升压,旁路系统自动投用率达 100%,大大提高了机组启动的安全性与经济性。

4 结束语

9FA 级燃气 - 蒸汽联合循环机组配套旁路系统原有逻辑难以适应各种情况下的机组启动,通过修改旁路系统逻辑,优化了启动过程,无论热态启动还是冷态启动,均能保证安全快速暖炉升压,旁路系统自动投用率达 100%,提高了机组运行的安全性。

(本文责编:刘芳)

作者简介:

万志勇(1975—),男,江苏常州人,助理工程师,从事燃机运行管理工作(E-mail:1064551436@qq.com)。