

燃气轮机轴封电加热器的设计应用及节能效果分析

刘建刚, 王建伟, 柳超

(神华浙江国华余姚燃气发电有限责任公司, 浙江 余姚 315400)

摘要:为解决9FA燃气-蒸汽多轴联合循环机组启动初期轴封管路暖管缓慢的问题,以加快机组启动进程、提高机组轴封供汽稳定性,在轴封供汽管路上设计加装了轴封电加热器,应用前后的情况表明,该应用具有较好的节能效果。

关键词:燃气轮机;轴封电加热器;节能

中图分类号:TK263.6*3

文献标志码:B

文章编号:1007-1881(2014)08-0040-03

Design and Applications of Electric Heater for Shaft Seal of Gas Turbines and Analysis on Its Energy Saving Effect

LIU Jiangan, WANG Jianwei, LIU Chao

(Shenhua Zhejiang Guohua Yuyao Gas Power Generation Co., Ltd., Yuyao Zhejiang 315400, China)

Abstract: To solve the slow warm-up of shaft seal piping during the initial startup stage of 9FA gas-steam combined cycle units with multiple axes, electric heater for shaft seal is designed and installed on seal steam supply pipes to accelerate the units start process and improve the steam supply stability for shaft seal of units. The application shows that the electric heater is of favorable energy savings effect.

Key words: gas turbine; electric heater for shaft seal; energy saving

0 引言

随着经济的高速发展和工业化水平的不断提高,电网的峰谷差值越来越大,人们对能源的利用效率、环保的要求也越来越高。燃气—蒸汽联合循环发电技术是世界上较先进的发电技术之一,具有经济环保、机组启停迅速、负荷升降快、调峰能力强等优点,日益受到人们的青睐。对于日启夜停、频繁调峰的燃气—蒸汽联合循环机组而言,如何加快启动进程、缩短启动时间、降低启停成本则是重要的节能研究项目。对此,浙江某燃机发电厂通过对机组联合循环启动各阶段的能耗分析,找出在当前温热态启机状况下,轴封供汽管路暖管缓慢是影响机组启动进程的主要原因,并提出在轴封供汽管路上加装轴封电加热器的解决方案。通过该方案的实施,有效加快了机组的启动进程,提高了机组轴封供汽稳定性,达到了既节能又安全的目的,效果明显。

1 改造前存在的问题

该燃机发电厂一期工程装机容量 1×780 MW,

选用美国GE公司生产的S209FA型“二拖一”燃气-蒸汽联合循环发电机组。由于该厂机组全停之后无其他可靠稳定汽源,因此在联合循环启动初期需点燃启动锅炉以供轴封用汽;等燃机并网带上一定负荷后,再将轴封供汽由启动锅炉切至中压过热蒸汽,经过一定时间的暖管后即可停运启动锅炉。当汽轮机高压缸开始进汽后,用高压主汽截止阀阀杆漏汽作为第二路汽源供轴封,在汽机满负荷状态下,可以实现该路轴封自供汽,中压过热蒸汽作为备用轴封供汽汽源。

由于该厂以日启夜停的调峰运行方式为主,机组启停频繁,2011年机组启动449次,2012年启动539次。每次机组启动前都要先运行启动锅炉,向辅助蒸汽系统提供启动用汽,机组热态情况下,启动锅炉需要运行2.5 h,其中用于供轴封管暖管1.5 h,燃机冷拖至并网带负荷0.5 h,中压过热蒸汽供轴封管路暖管0.5 h。机组冷态情况下,启动锅炉运行时间将更长。

由此可知,在机组温热态启动的情况下,启动锅炉大部分运行时间用于轴封管路暖管,影响了机组启动进程,也造成大量的热量与工质浪

费。为了解决启动锅炉供轴封管路暖管缓慢的问题,减少启动成本,经充分调研和讨论,决定在轴封供汽管路末级加装轴封电加热器,通过轴封电加热器的配合运行来缩短轴封供汽暖管时间,同时还可以在轴封供汽汽源温度不稳等事故工况下进行辅助调节,提高轴封供汽稳定性,从而达到加快机组启动进程、缩短启动时间、既安全又节能的目的。

2 轴封电加热器的设计与应用

为了充分发挥轴封电加热器的作用,使其适应于启动锅炉供轴封、1号中压过热汽供轴封、2号中压过热汽供轴封3路汽源,应将其安装在轴封供汽管路的末级,其简化系统如图1所示。

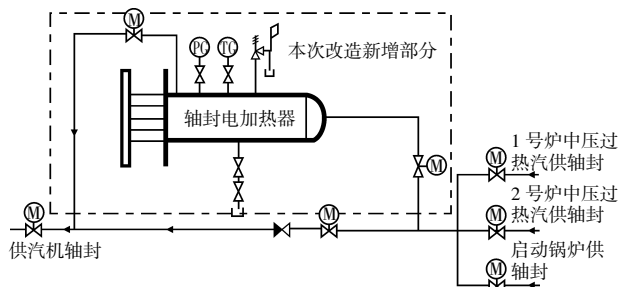


图1 加装轴封电加热器后的系统

选用镇江裕太防爆电加热器有限公司生产的BGY40-380/300型轴封电加热器,具体技术参数如下:设计压力1.1 MPa;工作压力1.0 MPa;设计温度392℃;被加热蒸汽流量4 t/h;被加热蒸汽入口压力0.39 MPa,温度140℃;被加热蒸汽出口压力0.39 MPa,温度 ≥ 220 ℃;电加热器额定功率300 kW;进/出口压损 ≤ 200 Pa;水压试验压力1.66 MPa。另有1套弹簧全启式安全阀,型号为A48Y-40C,起跳压力1.1 MPa。

该轴封电加热器内设3组加热管,可在DCS画面上单独启动/停运每组加热管。3组电热管的可控硅调温控制信号由1个温度控制器进行控制,控制对象为加热器出口温度,设定值只能在就地控制柜上设置,就地控制柜上显示3个可控硅的输出电流。3组电热管由各自的表面测温元件实现自我保护,每组电热管的超温信号只用于停止该组电热管的电源,超温信号同时送至DCS系统。保护定值由就地温度控制器设定。

安装轴封电加热器前,每次温态态启机都需

要先运行启动锅炉,将汽机轴封电动阀前的蒸汽加热至195℃以上方可投运轴封;燃机并网后,中压过热蒸汽升温升压,也需要将中压过热汽轴封母管管路暖透,方可将汽机轴封汽由启动锅炉切至中压过热汽,否则切换过程中将会导致轴封供汽温度剧烈下降。

投运轴封电加热器之后,每次温态态启机时只需确保启动锅炉供轴封管路沿途疏水已疏尽,启动锅炉产汽量能够维持汽机轴封,即可通过轴封电加热器将其出口蒸汽加热至195℃以上然后投轴封,而无需再等待长时间的疏水暖管。当燃机点火之后,只要中压过热器出口蒸汽流量满足汽机轴封用量,中压过热汽供轴封母管管路沿途疏水已疏尽,即可通过轴封电加热器的运行来确保轴封汽源切换过程中轴封供汽温度稳定。当整个轴封供汽管路已暖透,轴封供汽温度满足汽机轴封要求时,即可停运轴封电加热器,使之处于热备用状态,以便在事故情况下能够辅助调节轴封汽温,提高轴封供汽温度的稳定性。投运轴封电加热器后,温态态启机时启动锅炉运行时间减至1.5 h,其中供轴封管路暖管0.7 h,燃机冷拖至并网带负荷0.5 h,中压过热蒸汽供轴封管路暖管0.3 h。

通过比较发现,投运轴封电加热器后,整个机组启动进程加快近1 h,效果十分明显。

3 轴封电加热器的节能效果分析

加装轴封电加热器后,在温态态机组启动情况下,通过现场实际运行,对轴封电加热器投运与不投运2种启机方式的耗时耗能情况进行统计,相关数据见表1。

按平均值统计,加装轴封电加热器前,每次

表1 轴封电加热器投运前后的能耗统计

状态	日期	轴封电加	启动锅	启动锅炉	启动锅炉
		热器耗电	炉耗气	辅机耗电	总运行时
		/kWh	/m ³	/kWh	间/h
不投运轴	2012.12.13	0	684.43	96	2.25
封电加热	2012.12.14	0	666.35	114	2.48
器启机	2012.12.15	0	562.08	96	2.30
投运轴封	2013.03.17	302	185.32	29	1.10
电加热器	2013.03.18	299	188.45	32	1.18
启机	2013.03.19	295	192.02	35	1.25

机组启动要消耗天然气 684 m³, 辅助设备电耗 100 kWh, 折算成标煤量约为 794 kg。加装轴封电加热器后, 每次机组启动要消耗天然气 188 m³, 辅助设备电耗 32 kWh, 折算成标煤量约为 255 kg。

因此, 投运轴封电加热器后, 每次启动可节约标煤量 539 kg, 按照 2012 年该厂汽机启动 214 次计算, 此项目实施后全年可节约标煤量 115 t。

除此之外, 投运轴封电加热器之后, 用于轴封蒸汽暖管外排的蒸汽量大大减少, 节约了大量的凝结水工质。加之整个联合循环机组启动耗时缩短了近 1 h, 相当于机组启动期间其他辅机也少运行 1 h, 节省了发电厂用电量, 提高了机组的发电经济性。

4 结语

目前该厂由轴封电加热器配合启动锅炉运行供轴封方式的应用已经较为成熟。考虑到余热锅炉停运后存留的大量蓄热会导致汽包超压, 直接泄压放掉将导致能源浪费, 为了深挖轴封电加热

器的节能潜能, 目前正在着手研究极热态启机情况下, 直接由轴封电加热器将余热锅炉潜热汽加热升温后作为启动轴封用汽, 而无需再运行启动锅炉。一旦逻辑优化试验成功, 届时轴封电加热器的节能效果将非常显著。对于轴封蒸汽系统中没有合适的外来辅助汽源的燃气-蒸汽联合循环机组来说, 在轴封供汽管路末级配置轴封电加热器, 操作简单、经济高效, 具有现实意义。

参考文献:

[1] 曹智强, 陈晓辉, 林士涛. 轴封蒸汽电加热器在国产联合循环汽机辅助系统配置中的作用[J]. 热力透平, 2003, 32(4):254-256.

收稿日期: 2014-01-28

作者简介: 刘建刚(1986-), 男, 湖北武汉人, 助理工程师, 主要从事燃气轮机集控运行工作。

(本文编辑: 龚 皓)



· 书讯 ·



浙江电力科技圖書公司

欢迎访问网上书店 www.zjbooks.com

国家电网公司施工项目部标准化管理手册(2014 年版)		电力建设工程预算定额使用指南	
线路工程	45.00	第二册 热力设备安装工程(2013 年版)	20.00
国家电网公司施工项目部标准化管理手册(2014 年版)		电力建设工程预算定额使用指南 第三册 电气设备	
变电工程	47.00	安装工程 通信工程 调试工程(2013 年版)	25.00
国家电网公司监理项目部标准化管理手册(2014 年版)		电力建设工程预算定额使用指南	
线路工程	32.00	第四册 输电线路工程(2013 年版)	30.00
国家电网公司监理项目部标准化管理手册(2014 年版)		电力建设变电工程工程量清单计价规范配套学习软件	380.00
变电工程	32.00	电力建设输电线路工程预算定额与工程量清单计价	
国家电网公司业主项目部标准化管理手册(2014 年版)	40.00	规范配套学习软件	300.00
电力建设工程概算定额使用指南		电力建设热力设备安装工程概算定额与火力发电	
第一册 建筑工程(2013 年版)	35.00	工程工程量清单计价规范配套学习软件	280.00
电力建设工程概算定额使用指南		电力建设工程概算定额配套学习软件—建筑工程	380.00
第二册 热力设备安装工程(2013 年版)	25.00	电力建设工程概算定额配套学习软件—	
电力建设工程概算定额使用指南 第三册 电气设备		电气设备安装、通信与调试工程	480.00
安装工程 通信工程 调试工程(2013 年版)	25.00	电力建设工程装置性材料综合预算价格(2013 年版)	55.00
电力建设工程预算定额使用指南		电力建设工程装置性材料预算价格(2013 年版)	280.00
第一册 建筑工程(2013 年版)	38.00	电力建设工程常用设备材料价格信息(2013 年)	200.00

地址: 杭州市体育场路 538 号 邮 编: 310007 传 真: 0571-85116959 85117939
电话: 0571-85119095 85118853 系统电话: 955122552 955122642 联系人: 祝爱清