

应对高炉煤气温度骤升的技术措施

王明昀 孙玉成 王明峰 刘 利

鞍钢股份有限公司能源动力总厂 辽宁 鞍山 114000

摘要: 能源动力总厂二发电分厂配备一台日本三菱联合循环发电机组,三菱CCPP机组是一种燃气-蒸汽联合循环发电机组,具有高效节能、环保减排、灵活性强、可靠性高和经济性好等优点,是一种先进的发电技术,能够满足现代社会对能源和环保的需求。该机组主要由煤气压缩机、燃气轮机、余热锅炉和蒸汽轮机组成。高炉、焦炉煤气经该机组的煤气压缩机混合加压后进入燃机燃烧室,与通过燃机空压机加压后的空气混合燃烧,驱动燃机带动发电机发电。燃机透平装置则将燃烧后产生的烟气排入锅炉,水经锅炉换热产生高温高压蒸汽,驱动蒸汽轮机带动发电机发电,实现了燃气-蒸汽联合循环发电,提高了发电效率。由于上游高炉煤气品质不稳定,各项参数波动较大。特别是高炉煤气温度变化尤为频繁且波动幅度较大,影响机组安全稳定运行。机组自投入运营以来,曾经多次出现因高炉煤气温度变化引发机组快减负荷及停机事故。本文针对近期的一次停机事故对该参数变化对机组保护动作影响做简要的分析,并提出相关技改优化方案。

关键词: 高炉煤气温度; 煤气压缩机; 燃气热值; 快减负荷温差

1 型燃气-蒸汽联合循环机组煤气-燃气系统流程

M701S(F)燃机-蒸汽联合循环机组煤气系统是由高炉煤气主管道引入热值较低的高炉煤气,与经过焦炉煤气鼓风机加压后送来的高热值焦炉煤气在煤气混合器中混合。根据热值设定器输出的热值信号,通过焦炉煤气流量调节阀调整焦炉煤气流量,得到具备机组燃烧所需的热值稳定的混合煤气;后经过静电除尘器进行除尘处理,得到品质合格的煤气;然后进入煤气压缩机,经过压缩机的压缩得到高温、高压的燃气。为防止煤气压缩机运行过程中发生喘振,必须保证煤气压缩机有最小通流流量。因此煤气压缩机出口的燃气被分为两部分,其中大部分被送到燃气轮机进行做功发电,而有一小部分则通过燃气流量调节阀被送到煤气冷却器进行冷却,冷却后与混合煤气混合,从而进行循环。高炉煤气温度是整个煤气-燃气系统运行过程中一项重要的参数,因为高炉煤气温度的变化对于煤气-燃气系统的运行有着极大的影响,同时也影响着煤气压缩机和燃气轮机的工作状态,如果温度瞬间波动较大,使机组参数达到保护设定的安全值,那么将使机组保护动作,引发快减负荷甚至跳机事故。因此运行中围绕着高炉煤气温度的变化,运行人员不断积累经验进行总结,完善操作方法以及后台保护设置。防止事故发生,保持机组安全稳定运行。

2 运行中出现的问题

2.1 事件经过

作者简介: 王明昀(1984年12月29日—),男,本科,300CCPP机组集控运行工作。

某日,机组运行过程中,高炉煤气温度突然升高,当高炉煤气温度高(49.8℃)时机组负荷突降,同时后台报文显示“高炉煤气温度高快减负荷”信号来。此时高炉煤气温度持续升高,当高炉煤气温度升至(69.7℃)/煤气压缩机入口温度(55.7℃)时,机组主保护动作,后台报文显示“煤气压缩机入口温度高机组跳闸”报文来,机组进入惰走程序。

2.2 异常分析

随之运行人员对机组参数及保护进行检查。原有规程中标注,“煤气压缩机入口温度高机组跳闸”保护为煤气压缩机运行主保护之一,其保护动作有两个条件:(1)煤压机入口温度>68℃;(2)煤气压缩机入口温度偏差高(实际GC入口温度-GC入口温度基准>0℃)。以上条件,来任意一个,机组跳闸。但是在当时的机组运行参数中,无论是煤气压缩机入口温度还是煤气压缩机入口温度偏差高,这两个条件均未达到保护却动作值,这不符合规程规定。于是对保护装置及后台逻辑页中保护动作逻辑进行逐一排查。最后在逻辑中发现煤气压缩机入口温度高机组跳闸保护动作值并不是一个定值,而是与机组的热值设定经过函数运算后输出的基准定值,其变化与热值设定有着直接关系。煤气压缩机入口温度基准定值与热值热定关系如下表:

热值kJ/m ³	煤气压缩机入口温度基准℃
0	55
3600	55
4000	55

续表:

热值kJ/m ³	煤气压缩机入口温度基准/°C
4400	57
4800	68
5200	68
6500	68

而此次跳机时,热值调节器输出的煤气热值为4233kJ/m³,该热值对应煤压机入口温度基准值为55.7°C,此次煤气压缩机入口温度达到了55.7°C时保护动作跳闸。为保护的正常动作,并且动作值及过程正确。

3 运行技术改进措施

从以上运行数据分析,高炉煤气品质突变,煤气热值、温度发生急剧变化,严重影响机组安全稳定运行。为应对这种极端情况,根据保护动作条件及相关系统调整对参数影响,为保持机组安全稳定运行及防止金属部件受到较大热应力冲击,经过总结采取以下措施:

(1)逻辑中新增高炉煤气温度与快减负荷定值的比较温差报警。由于高炉煤气温度高连锁快减负荷定值是依据环境温度设定的函数,是变化的值,运行人员不易发现,几次都是快减负荷了才发现。逻辑修改,增加高炉煤气温度与快减负荷定值的比较温差报警,可以提前发现高炉煤气温度高,提前进行减负荷干预,将高炉煤气温度与快减负荷定值的比较温差为5°C时设定为报警值,既较快减负荷定值提前5°C来报警,提醒运行人员注意,及时采取措施,防止快减负荷的发生。可有效避免快减负荷引发系统各有关参数发生突变。另外减少快减次数可以防止机组金属部件产生过大热应力,对机组金属部件有保护作用。

(2)逻辑确认修改热值调节器手动设定上限值。运行人员手动调节热值调节器设定值,继续增加设定值上限。热值从原来手动调整最高限4400kJ/m³加到4500kJ/m³。当发现高炉煤气温度升高时,首先手动升热值,抬高煤气压缩机入口温度高跳机保护动作值。

(3)当煤气压缩机入口温度不超过35°C或无异常升高时,机组负荷正常带负荷,但要监视并记录煤压机出口温度,监视煤气压缩机运行状态参数。当煤气压缩机入口温度超过35°C,加强煤气压缩机运行状态、参数监视,同时根据具体参数数值进行负荷及热值调整。

(4)当煤气压缩机入口温度超过40°C,运行人员应尽快投入煤气系统备用冷却设备。投入两台EP给水泵运行,降低煤气来气温度。同时启动备用煤气冷却水泵及备用煤气冷却水板式换热器,降低回流燃气温度。

(5)为保护煤气压缩机叶片,防止结垢。当高炉煤

气温度异常,煤气压缩机入口温度异常升高时,注意监视煤气压缩机出口温度,超过430°C,加强煤气压缩机运行状态、参数监视调整。必要时进行煤气压缩机叶片清洗,保证其效率。当煤气压缩机出口温度超过435°C,必须立即快速减负荷运行,直至煤气压缩机出口温度低于435°C。

(6)煤气压缩机入口温度超过47°C时,DCS来煤气压缩机入口温度高预报警,将热值设定器改为【自动】运行。因为热值控制在自动状态下根据高炉煤气温度变化机组负荷在150MW以上时最高可以升热值至4650kJ/m³。可以进一步抬高煤气压缩机入口温度高跳机保护动作值。

(7)当高炉出管道、休风、送风等异常情况造成煤气温度异常高时,由于成分变化无法判断,为保证机组安全稳定运行,亦或是在跳机情况下使金属所承受热应力减小,必须减负荷运行(根据煤气压缩机入口温度对应跳机值尽可能低)。

4 引发思考

对于本机组自投产以来,多次因高炉煤气温度高引发电机快减负荷最后发展成跳机事故。这些异常情况未得到及时控制与处理是由于运维人员对于机组的保护动作具体情况未掌握,逻辑中各个参数变化引发的保护动作输出值深层联系不了解造成的。主要原因是该机组从日本引进,建成投产时世界上只有两台,日方提供的运行规程未对参数变化对于机组运行影响做详细介绍,跳机保护动作值变化趋势未提及。另外由于后台所有逻辑页均为英文版本,不利于运维人员自主学习,问题出现时不能快速做出正确处理。从发现问题到制定技术措施只能靠运行经验积累,而不能主动发现问题。

5 结语

该M701S(F)型联合循环机组由于采用高炉煤气、焦炉煤气等炼钢废气作为燃料发电,不仅具有二次能源梯级利用的实际意义,同时兼具热效率高,污染物排放少,发电成本低等优点。但是,因其是中国第一台该型号机组,且运行工况复杂多变,进而对运维人员的技术能力提出了更高的要求。只有更加全面地掌握300CCPP机组的工作流程及特性,充分了解300CCPP机组在生产实际中容易出现的问题,掌握300CCPP机组运行的关键技术,才能更好地保证300CCPP发电机组安全、稳定、高效地运行,以上论述的故障及技改内容可供同类型机组参考。

参考文献

[1]鞍山钢铁集团有限公司.M701S(F)机组燃机规程[Z].2023.