

600MW 机组热控联锁保护优化

郭佳玉

(国电电力大连庄河发电有限责任公司, 辽宁 大连 116400)

摘要 大型火力发电厂的热控保护系统对火力发电厂的安全运行起到了至关重要的作用, 热控联锁保护系统已经成为机组运行中不可缺少的部分, 在发电机组的运行中时刻保障机组运行的安全, 锅炉、汽轮机、发电机各子系统中保护设置的合理性, 如何避免保护的误动及拒动, 让保护能够及时有效的动作, 发挥对机组设备及人身的保护作用, 使事故的范围、影响降至最低是各火力发电厂关注的重点。本文对热控联锁保护工作的基本概念、常见故障及形成原因进行了介绍, 针对某电厂锅炉、汽机的保护配置情况进行梳理, 并且根据实际情况对保护的硬件及软件配置进行优化, 使之能够满足机组安全稳定运行的要求。

关键词 联锁保护 配置优化 防误动

中图分类号: TM62

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)10-0031-03

经过多年电厂运行事故分析及统计总结, 热控检测元器件的测量原理、安装方式、选型及质量等多方面因素, 直接影响着热控保护系统的可靠性。而热控保护系统是电厂机组安全运行的保障。为解决热控保护系统出现的误动与拒动问题, 以防止电厂热控保护系统失灵、保证机组安全运行为目的, 深层次研究热工保护误、拒动情况的形成原因, 发挥出热控保护系统的优越性, 采取热控连锁保护优化, 解决电厂热控保护误动与拒动问题, 如 MFT (主燃料跳闸) 及系统对电源优化, 炉膛压力对取样装置优化防止拒动, PCV (压力控制阀门) 阀保护对取样装置改造使保护动作更加准确, 汽轮机 TSI 振动对单点保护优化防止误动, 汽轮机低压缸胀差增加测点以优化保护, 汽轮机瓦温对单点保护进行优化防止误动, 润滑油泵增加就地连锁控制回路, 防止 DCS (分散控制系统) 故障跳机油泵不连锁启动引起事故, 提升电厂机组运行的可靠性。

1 电厂热控保护误动及拒动原因分析

保护误动是指电厂机组主辅设备正常运行过程中因系统自身故障引起非正常保护动作而造成的设备停运; 保护拒动是指保护系统因电厂机组主辅设备故障, 造成保护系统不动作。热控保护误动及拒动的原因主要有以下四类:

1.1 保护逻辑设计不合理

热控保护系统是为电厂机组主辅设备安全运行服务的, 其设计若没有考虑到设备运行的实际需求, 保护逻辑设计存在不合理之处, 与电厂发电机组及相关设备的性能不匹配, 导致电厂机组运行中因热控保护系统自身故障而产生保护拒动问题。DCS 软件与硬件

是组成电厂热控保护系统的重要部分, 而热工保护中一些过程控制站的逻辑排列的可靠性, 对热控保护系统作用的充分发挥、提升电厂机组主辅设备运行的安全性有利^[1]。比如, 在电厂运行过程中, 炉膛压力测点的准确性、可靠性关系重大。这对压力取样管的设计、安装及测点布置提出很高的要求。根据国家能源集团二十五项反事故措施要求, 炉膛压力取样测点必须三面取样, 且定期吹扫实验。但电厂普遍存在安装设计不合格、运行中炉膛压力取样管堵塞、负压波动、偏差大等问题, 极易引起 MFT 保护的拒动和误动; 在 DCS 控制系统运行过程中, DCS 软件与硬件的故障以及保护逻辑的不合理设计, 容易引起热控保护系统的误动。再比如因主机轴承温度保护未按照要求进行三取二设计, 造成单点保护误动; TSI 振动大跳汽轮机保护, 在柜内传输接线时, 为单支线缆, 造成保护的误动, 引起机组跳机; 主机真空试验、EH 油、润滑油试验输出通道设置在一块卡件中, 卡件故障, 导致试验信号输出, 机组跳闸。

1.2 热控元件故障

经过分析我厂近几年热控元件运行情况, 热控元件质量不过关与元件老化和冗余设置缺失等问题, 是热控保护系统较常出现的热控元件故障, 容易造成电厂机组主辅设备保护误动与拒动, 影响到电厂发电机组运行的可靠性。因热控元件故障而引起的电厂热控保护误动与拒动, 也是电厂机组主辅设备运行中较常遇到的问题。比如 DCS 控制系统中控制器电源是否冗余布置、控制器是否冗余、控制系统排列是否合理, 是否按照“横向分开, 纵向合成”的原则布置, 其中一旦布置不合理, 单一控制器、电源、卡件故障容易

造成设备异常、保护失灵,甚至停机。同时DCS软件的质量、测量精度、响应速度对保护系统也至关重要,故障后极易引起监视失效、保护失灵、保护拒动、误动等问题。

1.3 电缆接线故障

经过统计分析我厂近几年热控元件运行情况,电缆接线的可靠性程度关系到电厂热控保护系统的可靠运行,也是造成热控保护拒动、误动的主要原因。接线柱进水、接线端子遇热老化、接线柱生锈及电缆出现老化与绝缘破坏问题,容易造成电厂机组运行中电缆接线出现断路与短路和虚接等问题,进而引起电厂热控保护误动与拒动。比如近一两年出现的小汽机给水泵入口流量变送器电缆虚接,致使给水泵入口流量低保护动作。

1.4 热控设备电源故障

电源系统是支撑机组辅设备运行的基础条件,而随着热工自动化程度的提升,对电厂热控保护提出更高的要求。在电厂机组辅设备运行过程中,热控设备电源出现接插件接触不良、电容老化等故障,是引起电厂热控保护误动及拒动的重要原因,进而增加电厂机组运行风险,设备运行故障的发生概率偏高^[2]。

2 锅炉侧主保护优化

2.1 MFT 电源设置及优化

某电厂机组MFT跳闸柜的双路110V直流供电电源由电气提供,电源切换装置采用双向二极管,任意一路出现异常不应使MFT跳闸柜跳闸继电器误动作。但是由于MFT跳闸柜的双路供电电源采用双向二极管实现电源无扰切换,长时间的运行后,双向二极管寿命有限,在上路电源出现故障时,不能及时切换MFT跳闸柜电源,有造成设备误动及拒动的隐患。故提出取消双向二极管设置,由两路上级电源各带一路110V直流供电给MFT两套跳闸继电器,一路电源故障后,另外一路电源仍然有效,保证主保护系统保护动作正常。在DCS系统中增加报警,保证在单路供电电源故障时提醒运行人员发现并通知检修人员及时处理,保证MFT保护正常投入以保证机组稳定运行。

2.2 炉膛压力开关取样改造

某电厂炉膛压力取样装置安装在炉膛顶部,A、B侧各一组,开关12个,变送器2个。MFT中有一项保护为炉膛压力高/低跳闸,在基建期采用的是联箱式取样方式,及炉膛A、B侧各有八个防堵取样器,并将其出口联通到一起,保证在某个取样装置发生堵塞时能够保证从其他取样装置得到炉膛实际压力值。但是在实际的运行过程中,无法保证每个防堵取样器不发生

管路及装置开裂现象。发生开裂后,会影响每个连接到联箱上的压力开关、变送器压力取样装置,造成变送器显示为零,炉膛负压无法监测,引风机无法做出及时有效的控制;开裂后,压力开关无法测量实际炉膛负压,及时炉膛负压实际到达压力开关动作值,压力开关仍无法动作,不能保证炉膛保护的有效投入,MFT不能及时动作,极有可能造成炉膛压力过高或过低,导致炉膛变形。

对此做出优化,将压力开关和变送器均匀分配至几个取样装置,将危险点分散开来,防止出现集箱泄漏导致炉膛负压无法监测,锅炉炉膛压力无法测量,炉膛保护不能正常投入。

2.3 PCV 阀联锁保护及优化

PCV阀原有设计为在末级过热器汇集集箱左右侧各设置三个压力开关,压力定值为27MPa,基于不同蒸汽参数,当管路内部压力高于压力开关高限设定值时,三个压力开关有两个动作即联锁保护动作,联锁打开PCV阀,将管路压力释放,当压力高信号消失后,延时10秒钟后联锁关闭PCV阀。但是由于压力开关的局限性,只能有高或不高两种状态,运行人员无法实施监控系统实际压力大小,所以在停机检修过程中将压力开关改造为变送器,并且在逻辑中进行设定,仍保持27MPa高限值。

3 汽机侧主保护优化

3.1 TSI 系统保护

TSI振动保护及优化。因煤价、人员、物资等各方面引起的发电成本的提高,促使电力生产企业必须在加强对因TSI系统误动引发机组跳闸事件的重视,发电企业都先后提出了对TSI系统保护逻辑的改善方案,保证TSI系统参数测量的准确,模拟量及开关量信号满足主机系统可靠性要求。对于降低设备保护误动率,各个电厂都有自己的思路,根据相邻瓦、本瓦的X、Y向的振动的关系,以及历史曲线分析,对保护逻辑进行了优化,但也产生了一些问题。结合某电厂发生的实际案例和了解到的其他电厂一些案例的分析和研究,提出了一种优化的解决方案。

汽轮机振动保护是建立在监视汽轮机运行参数的基础上,从设备保护的原理来保证及时保护回路触发保护信号,一般使用单点测量信号且不加延迟时间,汽轮机本体任意一个传感器探头测量值到保护跳机值,振动连锁保护动作,机组跳闸。TSI系统探头布置在汽轮机轴瓦处,汽轮机带动发电机旋转,就地的电磁环境非常复杂,而且整个回路包括振动探头、振动前置器、回路等多个方面都有可能造成单点保护误动。根据统

计,绝大多数是外部因素引发的误动作引起。

对于以上单点保护误动作的解决方法,从汽轮机的系统特性来说,一般汽轮机某个轴承振动变大时,其相邻的瓦或本瓦的另一侧振动值也会有相应的变动。现在较多的电厂根据这个观点来确定保护逻辑的设置并进行具体实施。常见方法有:

同瓦互成90度角度的一对相对振动探头测量值分别达报警值和危急值相“与”后作为机组跳闸信号的条件;对于既要防止设备保护误动,又要防止保护举动,保证汽轮机在稳定运行工况,这是汽轮机振动保护逻辑优化的出发点,通过这些可知,必须在对汽轮机振动保护逻辑优化的时候也对组态进行正确设置,才能提高保护动作的正确性,减少误动和拒动的概率。某电厂轴振保护优化前采用单点保护动作连锁ETS保护,经过优化后同瓦任一相对振动报警值来和另一相应跳闸值来相“与”后作为TSI振动大保护输出并连锁ETS保护动作。

在进行改造后,TSI系统振动保护可以有效地防止机组保护误动。在一次设备清扫过程中,保洁人员误使水流入TSI系统振动探头就地接线箱内,导致单支振动探头显示极值,单点达到跳机值,但由于保护已设计成两路报警与跳闸值同时来即引起跳闸,有效避免了一次机组非停,可靠地保证了机组的有效运行。

3.2 低压缸胀差保护及优化

某厂汽轮机设置有一套高压缸胀差装置及一套低压缸胀差装置,胀差保护为卡件判断低压缸或高压缸任意一个达到危急即输出至两个继电器动作,这两个继电器信号在逻辑中进行二取一判断,任意一个继电器在保护未切除时即引起保护动作。本厂曾经因为低压缸胀差卡件内部故障,使低压缸胀差危急值动作,造成保护误动作,引起ETS保护动作并导致机组跳闸。对此种情况,某厂做出优化,增加一套低压缸胀差设备,并增加模拟量条件对保护进行整理,当有高压缸胀差模拟量达到汽轮机高压缸胀差危急值时,或低压缸胀差任意一套模拟量达到危急值且另外一组低压缸胀差模拟量达到报警值时,保护才会动作,保证汽轮机保护安全运行。

3.3 瓦温单点保护及优化

某厂汽轮机每块轴瓦设置两个温度元件,均为双支端面热电阻,每支使用其中一组,原保护为任意一路温度瓦温高即保护动作。为防止单点保护误动,也采取类似于振动大保护跳机的保护配置,也就是用其中一支跳闸值“与”同一支端面热电阻报警值作为保护连锁动作条件,提高了保护动作的可靠性。此外,温度保护还设置有上升速率限制,6℃/秒,即瓦温变

化速率大于每秒6℃时,保护不会动作,这种设置的主要目的是防止温度元件突然断线导致温度非正常的急剧上升导致保护误动,有效地减少了机组保护误动的概率。

3.4 润滑油泵后备手操的设置

机组运行中重要辅机故障直接影响机组的设备运行安全,如交流润滑油系、直流润滑油,虽然在DCS系统中已经采取了冗余措施,当出现润滑油压低时连锁启动,但在DCS系统出现硬件或软件故障时连锁动作无法保证,并且运行人员从远方也将无法进行设备启停操作,直接结果就是造成汽轮机轴瓦磨损,损坏设备。故实现油泵启停控制,最好同时设置给交直流润滑油、顶轴油等重要辅助设备硬接线回路,其余改为DCS系统远方软手操控制,辅机之间的连锁由DCS实现,从而保证事故工况下机组的安全。对此,某厂做出保护系统优化,原连锁保护系统由以下组成:润滑油系统油压设置有两个压力低保护开关,DCS系统进行二选一保护逻辑判断,在连锁投入的情况下,逻辑回路监视两个压力开关状态,其中任意一个压力低开关信号即连锁启动备用润滑油泵运行。在保留DCS连锁保护逻辑的基础上,增加一路压力开关信号,通过硬接线送至润滑油泵,由继电器通过硬回路判断压力开关硬接点信号,就地设置有本地连锁保护投入/退出切换开关,机组运行时,将就地连锁保护投入,保护投入后,当润滑油压力低压力开关信号传送至就地回路时,保护回路动作,就地与DCS同时连锁保护动作,共同启动备用润滑油泵,保证润滑油压力正常稳定,维持汽轮机系统运行正常,防止磨轴等恶性事故的发生。

4 结语

本文以电厂热控保护误动及拒动问题为切入点,以防范系统与设备故障为目的,全面分析热控保护误动及拒动问题的产生原因,对热控连锁保护工作的基本概念、常见故障及形成原因进行了介绍,针对某电厂锅炉、汽机的保护配置情况进行梳理,并且根据某厂的实际情况对保护的硬件及软件配置进行优化,从取样方式、硬回路及逻辑设计使之能够满足机组安全稳定运行、出现异常工况时能够使机组平稳过渡至稳态的要求。

参考文献:

- [1] 刘瑞强.浅谈电厂热工保护系统的改进[J].科技风,2013(03):41.
- [2] 李硕,丛雷.关于电厂热工保护可靠性的探讨[J].科技创新与应用,2014(09):120.