

某变压器消防控制回路异常的分析与处理

艾飞¹ 陈巧勇¹ 胡冬良¹ 张新来² 郭世晓¹ 何颖梅¹ 王寅锋¹
(1. 国网浙江省电力有限公司杭州供电公司, 浙江 杭州 310000;
2. 邯郸慧龙电力设计研究有限公司, 河北 邯郸 056000)

摘要: 变压器是发电厂和变电站中的主要设备, 其价格昂贵, 带电故障引起燃烧或爆炸时, 不仅设备损失巨大, 而且可能引起人身或电网事故, 大型变压器按都要配置相应的消防设施。以某一实际变电站为例, 阐述了该变电站变压器消防设施的选型、原理、试验方法和该设施投运时的具体情况。对某一次变压器的停送电操作中发现的消防控制回路异常问题进行了分析, 对回路进行了测试, 最终找出问题所在。处理该问题后, 控制回路恢复正常, 避免了一起可能的消防设施误喷事件。最后, 提出了对此类消防设施的一些使用、操作和管理建议, 可为运行值班人员对此类消防设施的运行操作提供一定参考。

关键词: 变压器; 消防设施; 控制回路; 操作; 管理

中图分类号: TM411 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2020)04-0091-04

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2020.04.021

Analysis and Processing on Abnormal Phenomena of Control Circuit of Fire – fighting Facilities for Transformer

Ai Fei¹, Chen Qiaoyong¹, Hu Dongliang¹, Zhang Xinlai², Guo Shixiao¹, He Yingmei¹, Wang Yin Feng¹
(1. State Grid Hangzhou Electric Power Supply Company, Hangzhou 310000, Zhejiang, China;
2. Handan Huilong Electric Power Design & Research Co., Ltd., Handan 056000, Hebei, China)

Abstract: Transformer is an important part of power system with high prices, which may cause a huge loss of both equipment and life or power grid due to the burning and explosion damage, so large transformers are required to be equipped with the corresponding fire – fighting facilities. Taking a substation of Hangzhou for example, type selection, principle and testing method of fire fighting facilities for transformer are introduced as well as their specific conditions when being put into operation. According to the abnormal phenomena of control circuit in a practical operation, the control circuit of fire – fighting facilities is analyzed and tested, and finally the reasons of the abnormal phenomena are found out. The control circuit returns to normal with the solution of technical issues, which avoids a misoperation of fire – fighting facilities. Also, the corresponding suggestions are put forward. Analysis and practice for the control circuit provide a reference for the construction and manipulation of fire – fighting facilities.

Key words: transformer; fire – fighting facilities; control circuit; manipulation; management

0 引言

作为电力系统的枢纽设备, 电力变压器的运行情况直接关系到电网的安全与稳定。大型变压器采用油浸式变压器, 其内部发生严重故障时, 由于变压器油在一定温度下的分解和可燃性, 可能引起变压器燃烧和爆燃^[1], 不仅变压器本身损失巨大, 燃烧和爆炸还可能引起人员伤亡和其他配电设备故障,

造成事故扩大。按照燃烧对象的性质, 此类燃烧为带电火灾, 属 E 类火灾。GB 50229—2019《火力发电厂与变电站设计防火标准》规定: 单台容量为 125 MVA 及以上的油浸变压器、200 Mvar 及以上的油浸电抗器应设置水喷雾灭火系统或其他固定式灭火装置^[2]。相关变压器应配置合理而性价比高的灭火系统, 并同步采用火灾自动报警系统, 切实落实“预防为主, 防消结合”的消防工作方针。

1 变压器对消防设施的要求

1) 动作可靠性。变压器是区域供电的主设备,如果消防设施误动作喷淋,可造成变压器非计划停运,对区域电网的稳定运行和供电可靠性造成很大影响,且误喷淋造成的泡沫液损失和更换也价格不菲。因此,从安全稳定和经济运行方面来讲,变压器对消防设施的最基本的要求为有足够的可靠性,即消防设施该动作时可靠动作,不该动作时一定不动作。

2) 投运同步性。DL/T 5027—2015《电力设备典型消防规程》规定:新建、扩建和改建工程或项目,需要设置消防设施的,消防设施与主体设备或项目应同时设计、同时施工、同时投入生产或使用,并通过消防验收。消防设施在管理上应等同于主设备,包括维护、保养、检修、更新,落实相关所需资金等。消防设施应处于正常工作状态^[3]。

2 闻堰变电站主变压器消防设施配置

闻堰变电站^[4]目前工程规模为主变压器 2×240 MVA 220 kV系统采用户外GIS,双母线接线,设专用母联断路器,出线为6回;110 kV采用户内GIS,单母线分段接线,出线为6回;35 kV采用常规户内开关柜设备,出线为5回。每台主变压器配置两套电气量保护和一套非电量保护。两台主变压器配置了一套瓶组式泡沫喷淋系统。泡沫灭火系统的吸热冷却、隔氧窒息和对辐射热的阻隔等作用对于变压器火灾有很好的抑制作用。该瓶组式泡沫喷淋系统主要由火灾自动报警器、系统管网、启动及驱动瓶、选择电动阀、泡沫储罐及泡沫喷头组成。现场相关控制信号和火灾信号接至火灾自动报警器,并通过测控装置上传至当地监控后台、集控站监控后台以及电力调度中心。

3 闻堰变电站主变压器消防设施灭火原理

当主变压器内部发生严重故障时,主变压器电气量和非电量保护动作并跳开变压器三侧断路器。此时若主变压器着火或主变压器器身温度达到一定高值时,需要消防设施可靠动作灭火。若主变压器未着火或主变压器器身温度未达到一定高值或主变压器保护误动时,则要求消防设施可靠不动作。

闻堰变电站投产较早,投产时由主变压器防护区域内两只独立的火焰探测器的报警信号作为系统的联动触发信号。由于火灾自动报警装置和火焰探测器的误动作概率较高,为防止消防设施误动作,投产初期该设施处于“手动”状态,即将启动瓶上的电磁阀拆除,并将火灾自动报警装置运行方式“自动/手动”选择开关置于“手动”位置。随着国家对消防工作的重视,此消防设施须同主变压器一体运行,但灭火设施仅靠火灾自动报警装置动作就喷泡沫是不可行的。为防止设施误动,除判断火焰探测器动作外,再根据主变压器故障时主变压器保护动作结果,在消防设施的动作用理方面,在其控制回路增加一个判断条件:主变压器电源侧断路器位置均在分位。这样确保消防设施不会误动。此判断条件固化在一个联锁箱里,联锁箱与灭火设施同室布置。同时还解决了以下问题:1) 原来启动电磁阀、电动阀电源由控制室24 V直流供电,电压衰减可能引起阀拒动,改为由此联锁箱提供动作电源(将220 V交流电源和220 V直流电源分别引入联锁箱内整流器和直流逆变器,转换为24 V直流就地供电),增加了电源的可靠性。2) 便于对主变压器消防电动阀进行试验。在主变压器断路器辅助接点回路上并联了电动阀试验转换开关(1SK、2SK),实现主变压器不停电对相应电动阀进行试验。但试验前必须取下启动电磁阀,防止误接通启动钢瓶电磁阀。3) 防止主变压器停电检修时消防设施误喷,在启动电磁阀回路和各台主变压器相应的电动阀回路增加压板。消防设施控制原理如图1和图2所示。

图1中,1GF(1GF')为1号变压器高压侧断路器常闭辅助接点;1ZF(1ZF')为1号主变压器中压侧断路器常闭辅助接点;1SK为1号主变压器电动阀试验转换开关;1LP为1号主变压器断路器位置投入压板;1ZJ为中间继电器,当断路器位置条件满足时励磁并闭合其接点。2号主变压器回路元件意义同1号主变压器。

图2中,1QJ为1号主变压器火焰探测器启动接点;QJ为火灾自动报警控制器启动接点,当1QJ或2QJ动作时,QJ闭合;ZJ为中间继电器接点,当1ZJ或2ZJ闭合时,ZJ闭合。2号主变压器回路元件意义同1号主变压器。支路1用于启动氮气瓶电磁阀,支路2和支路3用于选择着火主变压器。电磁阀和对应主变压器的电动阀都动作时,消防系统开始喷淋灭火。

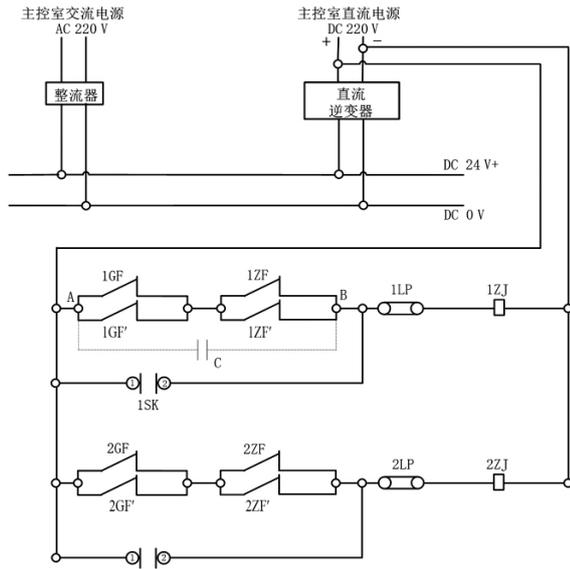


图1 防误联锁箱原理

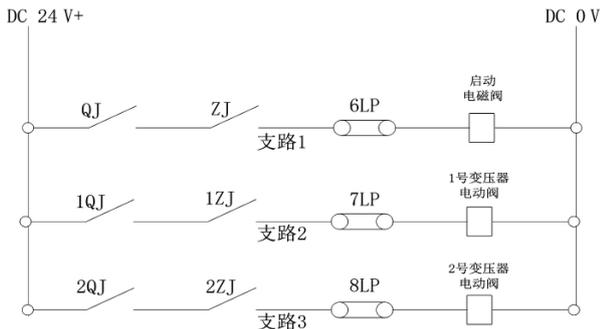


图2 启动电磁阀及选择电动阀动作原理

由于该联锁箱晚于主变压器投产,在增加该防误动回路时,主变压器没有配合停电就接入相关回路,无法通过联动验证断路器位置的正确性和可靠性。仅用前面2)所述方法验证火焰探测器报警的正确性。以1号主变压器为例,即通过短接火焰探测器报警接点,使图2中的1QJ接点动作,此时启动电磁阀不动作。再将试验转换开关1SK接通,此时启动电磁阀动作,同时1号主变压器选择电动阀动作,通常称之为“半回路试验”。

整个控制回路的正确性只能结合主变压器停电验证,即通过短接火焰探测器报警接点,使图2中的1QJ接点动作,此时启动电磁阀不动作,这时将1号主变压器高压侧断路器和1号主变压器中压侧断路器都拉开,此时启动电磁阀应动作,同时1号主变压器选择电动阀动作。而1号主变压器高压侧断路器和1号主变压器中压侧断路器均在合位或任一个在合位时,启动电磁阀和1号变压器选择电动阀均不应动作,通常称之为“全回路试验”。

4 闻堰变电站主变压器消防设施的的控制方式

1) 自动控制。当火灾自动报警系统运行方式“自动/手动”选择开关置于“自动”位置时,消防主机实时监测主变压器上方火焰探测器 and 高中压侧断路器位置信号,通过逻辑运算判别火警后,自动打开启动电磁阀,同时开启相应着火变压器的选择电动阀,通过喷头进行泡沫喷雾灭火,灭火完毕后,需手动关闭启动电磁阀和变压器选择电动阀。

2) 消防控制室手动控制。当火灾自动报警系统运行方式“自动/手动”选择开关置于“手动”位置时,判别火警后,人工按下启动按钮,打开启动电磁阀,再人工开启相应着火变压器的选择电动阀进行泡沫喷雾灭火。

3) 机械应急启动操作。主变压器火灾时,若控制系统失灵,操作人员应在泡沫喷淋间手动打开启动控制阀,再打开着火主变压器的选择电动阀进行泡沫喷雾灭火。

正常运行时,该消防设施置于自动控制方式。

5 消防控制回路问题发现过程

主变压器消防联锁箱接入消防控制回路后,由于对新设备缺乏认识,运行人员直接放上主变压器断路器位置投入压板和电磁阀投入压板,将该灭火设施投入运行。2019年8月,1号主变压器停电检修,结合变压器停电进行消防回路全回路试验。为防止主变压器灭火设施误动,在拉开主变压器三侧断路器前,取下1号主变压器断路器位置投入压板和电磁阀投入压板。进行了全回路试验,试验结果正确。在主变压器投运时,合上高压侧断路器后,测量主变压器断路器位置投入压板两端有220V直流电压,属于异常情况,立即停止操作,汇报单位相关部门。

6 消防控制回路问题查找及处理

防误联锁箱为厂家提供,断路器辅助接点由检修部门引接。厂家人员检查流程如下:1) 测量压板1LP靠负极侧电位为-110V,靠正极侧电位

为 +110 V; 2) 将端子排上端子 A、端子 B 解开, 测量压板 1LP 靠负极侧电位为 -110 V, 靠正极侧电位为 0; 3) 在端子 A、端子 B 解开, 将试验转换开关 1SK 接通, 测量压板靠负极侧电位为 -110 V, 测量压板靠正极侧电位为 +110 V。由此, 认为非厂家设备原因, 问题出在辅助接点回路。

检修部门通过翻接点的方式检查, 当两个断路器位置均置为分位时, 压板两端电压为 220 V, 结果正确。当任一断路器置于合位时, 压板两端仍有 220 V 电压, 结果不正确。由此推断, 问题确在断路器辅助接点回路。经仔细查找, 发现在回路中并接了一个电容。如图 1 中虚线所示, 分析如下: 当任一断路器或所有断路器在合位时(相应的辅助接点断开), 直流电源给电容 C 充电; 当变压器断路器均在断开位置时, 该回路将电容短接, 压板两端有 220 V 电压, 此时电容器 C 未放电; 当合上任一只电源侧断路器时(相应的辅助接点断开), 压板两端出现异常电压(DC 220 V)。拆除该电容后, 合上任一只电源侧断路器时, 压板两端电压为 0, 控制回路恢复正常。

7 消防设施的运行和操作管理

1) 规范辅助接点的接入管理。此次事件暴露出没有停电做消防系统的接入工作, 接线内部出现了寄生回路。

2) 设备的试验管理。检修人员必须对消防设施做全回路试验, 确保各消防主部件功能正确, 动作可靠, 同时还要对消防控制回路中的压板等元件功能的正确性进行校验。运行人员也要加强此类设备验收, 全过程见证全回路试验。



(上接第 90 页)

参考文献

[1] 陈志恒. 660 MW 机组空预器节能及防堵改造研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2016.

[2] 崔健. 乐电 3 号、4 号炉空预器严重堵灰处理方法[J]. 科技风, 2014(22): 55-55.

[3] 王赫妍, 李忱. ABSHS 空预器加热防堵系统改造研究[J]. 沈阳工程学院学报(自然科学版), 2018, 14(4): 314-317.

[4] 邓悦. SCR 脱硝过程中硫酸氢铵的形成机理与调控[D]. 北京: 华北电力大学, 2016.

[5] 葛海中. SCR 脱硝对空预器堵塞的影响及控制措施[J]. 科技资讯, 2018, 16(23): 115-116.

[6] 张永红. 空气预热器堵塞原因及预防措施[J]. 科技创

3) 压板的操作管理。要理清清楚消防控制回路中各压板的作用, 压板两端电压在设备不同状态时的值, 并写入相关操作规范或操作票中。

4) 停送电的操作管理。为防止设施误喷和迟投, 要根据主设备的状态变化合理地操作消防控制回路的压板, 尽量减少无消防设施保护时主变压器运行时间。

5) 消防设施的巡视管理。对消防回路中的任何异常和缺陷同主设备对待, 确保设施安全稳定运行。

8 结 语

火灾时消防设施动作是基本要求, 但在非火灾时消防设备误动作也能引起事故扩大, 这是不允许的。以实际运行的变压器泡沫喷淋系统为例, 介绍了其选型、原理、试验方法和该设施投运时的实际情况, 并对实际操作中发现的消防控制回路问题进行分析、测试和处理, 总结了消防设施的操作和管理建议, 具有较强的实践性, 可为变电运行值班人员的运行操作和学习理解提供一定的参考。

参考文献

[1] 傅胜兰, 黄建伟, 林洁. 油浸电力变压器消防设计技术研究[J]. 消防科学与技术, 2010, 29(12): 1089-1091.

[2] 火力发电厂与变电站设计防火标准: GB 50229—2019[S], 2019.

[3] 电力设备典型消防规程: DL 5027—2015[S], 2015.

作者简介:

艾 飞(1983), 硕士, 高级工程师、技师, 主要从事变电运行维护工作。(收稿日期: 2020-04-09)

新与应用, 2016(27): 130-130.

[7] 王俊杰. 空气预热器堵塞处理措施[J]. 中国资源综合利用, 2018, 36(3): 96-98.

[8] 王新居. 空预器堵塞原因分析及预防措施[J]. 发电与空调, 2015, 36(6): 54-56.

作者简介:

刘建航(1988), 硕士, 工程师, 从事火电机组集控运行与优化研究工作;
石贤捷(1972), 本科, 高级工程师, 从事火电机组运行管理工作;
马国智(1982), 本科, 工程师, 从事火电机组运行管理工作;
欧兆华(1970), 本科, 工程师, 从事火电机组运行调度管理。

(收稿日期: 2020-04-04)