

不可忽视主变中性点接地隔离开关运行管理

孙 茁, 毛长周, 薛 源

(三门峡供电公司, 河南 三门峡 472000)

摘要: 对一起因主变中性点接地隔离开关接触不良、当线路单相接地时造成变电站草坪着火事故过程作了简要说明, 对事故原因从技术原理、设备选型、检修试验、运行管理等方面进行了认真地分析, 从而得出“不可忽视主变中性点接地隔离开关运行管理”的结论, 并提出了有针对性的防范措施, 以避免类似事故重复发生。

关键词: 变压器中性点; 接地隔离开关; 运行管理

中图分类号: TM411; TM564.1

文献标志码: B

文章编号: 1001-1609(2009)03-0142-03

Analysis of Operation Management of Main Transformer Neutral Point Earthing Isolated Switch

SUN Zhuo, MAO Chang-zhou, XUE Yuan

(Sanmenxia Power Supply Company, Sanmenxia 472000, China)

Abstract: This paper introduces the process of substation lawn fire caused by single-phase-to-ground lines due to bad contact of main transformer neutral point earthing isolated switch, and analyzes the causes of the accident including principle, equipment selection, maintenance test, operation management, etc. It is concluded that attention should be paid to the operation management of main transformer neutral point earthing isolated switch. In addition, corresponding preventive measures are proposed to avoid similar accidents.

Key words: transformer neutral point; earthing isolated switch; operation management

0 引言

在变电站中, 相对于主变压器、断路器、母线等主要设备而言, 变压器的中性点接地隔离开关可以说是不甚重要的一般设备。笔者查阅了许多关于变电设备运行检修方面的技术标准、规程和经验交流文章, 发现有关主变中性点接地隔离开关的内容几乎没有, 这似乎也说明以上看法是正确的。然而去年五月我公司某 220 kV 变电站的一次草坪着火, 使笔者彻底改变了这种看法和认识。供电企业必须重视和做好主变中性点接地隔离开关的检修试验、运行维护和技术管理, 否则, 极有可能造成严重后果。

1 故障简况

2007 年 5 月 5 日, 某 220 kV 变电站一条 110 kV 线路开关跳闸, 从微机监控画面上, 可以看到线路对端开关也已跳闸, 线路电流、功率均为零。与此同时, 发现 1 号主变 110 kV 侧中性点接地隔离开关附近

的草坪着火。

在很快将火扑灭和对 1 号主变中性点接地隔离开关查看后, 管理人员初步判断是因为中性点接地隔离开关动静触头接触不良, 线路故障时较大的零序故障电流通过接地隔离开关动静触头时产生电弧, 弧光形成的火球溅落至地面致使草坪起火。因当时两台主变压器并列运行, 且所带负荷和系统方式不允许将 1 号主变停运, 故无法立即对中性点接地隔离开关进行检查和处理。为防止该缺陷处理前线路故障时再发生意外, 将该站两台主变的 110 kV 侧中性点接地隔离开关运行方式进行了切换。

经线路运行人员查线, 发现线路开关跳闸的原因是: 线路附近施工的吊车吊臂距导线过近引起放电而造成单相接地故障。因跳闸线路为两座变电站间双回线路其中的一回, 故线路跳闸并未影响对负荷的供电。

2 故障后调查的情况

(1) 运行人员检查发现: 1 号主变 110 kV 侧中

收稿日期: 2008-09-24; 修回日期: 2009-01-23

作者简介: 孙 茁(1955), 男, 高级工程师, 长期从事地区供电网运行和技术管理工作。

性点接地隔离开关静触头一侧的触指有电弧灼伤痕迹,见图1。将隔离开关拉开后,发现动触头端部合闸后与静触头接触的部位有因过热被熔化的痕迹,见图2。运行人员仔细检查后,发现接地隔离开关动触头与底座相连的多股铜质软导线连接处被熏黑,接地扁铁与底座槽钢连接部位焊接质量不良,焊点太少,接触面太小,见图3。

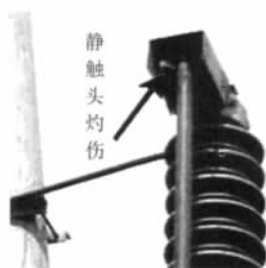


图1 静触头灼伤

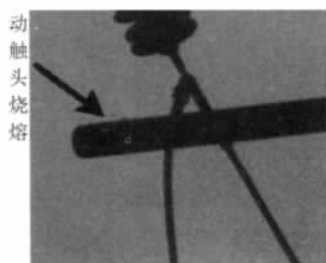


图2 动触头烧熔



图3 焊接不良

(2)根据故障录波器提供的信息,线路故障为C相单相接地,零序故障电流为4.97 kA(有效值),故障地点距某变电站2.73 km,故障切除时间为67.5 ms。

从继电保护整定计算人员那里了解到,2006年底系统短路计算结果为:当1号主变110 kV侧母线短路时,流过中性点接地隔离开关处的最大零序故障电流为13.4 kA,零序电流保护最长切除故障时间为4.3 s,是主变后备保护跳三侧开关的时间。

(3)中性点接地隔离开关主要技术参数和调试要求:型号为GW8-60(G)型中性点户外高压隔离开关;额定电压为60 kV,最高工作电压为69 kV;额定电流为400 A,短时耐受电流为12.5 kA,4 s热稳定电流为5 kA;主回路电阻应小于等于250 $\mu\Omega$,最大不得大于300 $\mu\Omega$ 。

(4)1号主变于1997年8月投入运行,在2006年4月曾进行过大修,但在变电站都没有查找到该

主变中性点接地隔离开关安装调试和大修试验报告。询问变电运行人员得知,该中性点接地隔离开关曾出现过动静触头因过热粘在一起倒闸操作时难以拉开的情况。2007年4月17日,变电运行人员用远红外热像仪测温时,发现该中性点接地隔离开关动触头与底座间多股软铜线连接处发热达83 $^{\circ}\text{C}$,当时作为二类缺陷上报。4月26日再次对同一部位测温时,温度升至102 $^{\circ}\text{C}$,再次汇报当值调度员,但这并未引起有关人员的重视,没有及时进行处理。

3 故障原因分析

按照电力行业标准和依据有关设计规程要求,我国110、220 kV电力系统采用中性点有效接地方式^[1],主变压器110 kV及以上电压侧中性点都应经隔离开关接地,以便电网调度灵活选择接地点^[2]。GW8型单极式隔离开关就是专门用于将主变压器中性点接地的隔离开关。

电力系统正常运行时,主变压器带有三相对称负荷,其中性点仅有不高的不平衡电压,当中性点经接地隔离开关良好接地后,仅流过约为数安的不平衡电流,这个电流并不会引起隔离开关发热(2007年10月,笔者曾经对我公司7台中性点接地的220 kV主变不平衡电流进行过实测,最小的电流值不到1 A,最大电流为6 A左右)。但如果隔离开关接触不良,中性点的不平衡电压就会施加在隔离开关动静触头接触处这个“不良导体”的两端,即使是不大的接地不平衡电流也可能在这里发热,使动静触头接触处缓慢地氧化。氧化的结果又使接触更不可靠,形成恶性循环,以致有可能在动静触头间形成极小的电弧。在这种情况下,如果110 kV系统没有发生单相和相间接地故障,这个不平衡电流不会对主变运行和接地隔离开关造成多大影响,但长期这样下去,势必会使接地隔离开关的接触状况越来越差,成为一个设备隐患。

当系统中出现接地故障时,会产生巨大的零序故障电流,零序电流通过接地的主变中性点流入大地。故障点距中性点接地的主变压器越近,则流过其中性点的零序电流就越大^[3]。线路故障时的零序电流通过这个接触不良的中性点接地隔离开关,就会在动静触头间形成较大电弧,烧坏静触指、动触头,同时弧光可能产生较大火球跌落至干枯的草坪上,将草坪燃着。根据以上分析以及现场调查和了解的有关情况,笔者认为造成草坪着火的直接原因是:主变中性点接地隔离开关动静触头接触不良,在线路发生接地故障时,巨大的零序故障电流使动静触头间产生电弧形成火球,在重力和风力的作用下,火球落至接地隔离开关附近的草坪上,将枯草点燃。

如果再从设备选型、检修试验、运行管理等方面

来看,也还存在一些不容忽视的问题:

(1)接地隔离开关主要技术参数不满足安装地点的最大故障电流。厂家给出隔离开关的4s热稳定电流为5kA,这次的故障电流也正好接近5kA,且切除时间远小于4s,这看起来好象不存在什么问题。而实际上,该站110kV母线短路最大零序故障电流为13.4kA,切除故障的最长时间为4.3s,大于4s。显然,所选隔离开关的4s热稳定电流太小,难以满足发生最严重故障时保证设备安全的要求。

(2)按设备厂家技术说明书要求,安装、大修调试完毕后的隔离开关,应进行主回路电阻测试,且不应大于出厂规定值的1.2倍,但从没有找到回路电阻测试工作记录和试验报告推断,测试工作没有按规定进行。

(3)2007年4月17日和26日,运行人员两次测温均发现该中性点接地隔离开关动触头与底座间软铜线连接处过热,温度高达102℃,并向调度员进行了汇报,但因种种原因,最终没有及时消除该设备缺陷。

综合分析,笔者认为1号主变中性点接地隔离开关动静触头接触不良是草坪着火的直接原因,而深层次的原因则是管理人员对中性点接地隔离开关从设计到修试和运行维护均没有引起足够的重视,而是错误地认为主变中性点接地隔离开关平时也没有多大电流通过,只要能接触住就可以了。实际上,如果中性点接地隔离开关接触不良,在开关非同期合闸时,将会损坏主变中性点绝缘,造成主设备损坏^[4]。当中性点接地隔离开关接触不良时,零序网络参数会发生改变,造成故障时零序电流大小和分布发生变化,可能使零序电流保护不能按整定原则正确动作,造成拒动或误动而扩大事故^[3]。因此,供电企业切不可忽视对主变中性点接地隔离开关的运行管理。

4 防范措施

(1)提高认识,转变观念,认真吸取教训。为确保电网安全运行,把主变中性点接地隔离开关同主变压器、断路器等主设备一样重视,在设计选型、安装调试、验收投运、检修试验、运行维护等方面,切实加强管理。

(2)对主变中性点接地隔离开关设计选型时,除应满足一般隔离开关对电压、电流和机械荷载等要求外,应将短路时的动热稳定性作为选择和校核的主要项目,这是由主变中性点接地隔离开关特殊的运行特点所决定的。接地隔离开关安装处最大短路电流的选取,不但要考虑系统当时的情况,而且要适当考虑系统发展后短路电流增大的情况。热稳定时间的选取,应按主变保护切除三侧开关的最长时间考虑。

(3)主变中性点接地隔离开关安装调试和检修,应严格执行相应的技术规程和设备厂家技术要求,把测试从主变中性点引线到接地隔离开关接地引下线之间的回路电阻作为必做的试验项目,把接地回路电阻数值作为检验隔离开关安装检修质量的主要技术指标,并做好有关的工作记录和测试报告,加强技术管理。

(4)运行单位应做好主变中性点接地隔离开关安装、检修后的验收,尤其是对新安装的接地隔离开关,除了详细检查动静触头接触是否良好外,还要注意检查软连接是否可靠,接地扁铁与动触头底座焊接的搭接长度、焊接质量是否满足要求,最终要以接地回路电阻数据来衡量是否满足电气质量要求。

(5)变电站运行人员应重视对主变中性点接地隔离开关的巡视检查,定期进行温度测试,随时掌握运行状态。当发现中性点接地隔离开关出现异常发热时,要及时汇报,督促处理,防止因延误处理而导致扩大事故。

(6)对所有主变中性点接地隔离开关的技术参数进行一次核查,尤其是那些在正常方式下接地运行的隔离开关,凡不满足动热稳定性要求的,列入改造计划,逐步更换。完善中性点接地隔离开关的技术档案,每年校验断路器的开断电流时,同时校验主变中性点接地隔离开关的动热稳定电流是否满足要求。

5 结语

经过这次事故,重视了对主变中性点接地回路中设备的巡视检查和测温等工作,2007年9月发现了220kV紫东变电站1号主变110kV侧中性点接地隔离开关上端引线线夹发热达112℃的危急缺陷,及时进行了处理,避免了设备事故的发生。

由此我们也进一步认识到,不但要重视主变中性点接地隔离开关本身的运行状况,而且还应当重视从主变中性点套管上端算起、经引线到接地隔离开关、再到隔离开关引下线、最后直到接地网之间的完整回路,因为该回路中的任一处缺陷,如果不能及时发现和处理,在线路发生接地故障时都有可能酿成事故。

参考文献:

- [1] DL/T 620-1997. 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合[S].
- [2] 水利电力部西北电力设计院. 电力工程电气设计手册(电气一次部分)[M]. 北京:水利电力出版社,1989.
- [3] 陈德树,吕希再. 电力系统继电保护原理与运行[M]. 北京:水利电力出版社,1985.
- [4] 解广润. 电力系统过电压[M]. 北京:水利电力出版社,1985.