

因接地不良引起的二次设备烧毁事故

湛志成, 郭化冰, 苗智峰

(许继电气发电保护自动化公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 结合一起主变保护装置严重烧毁事故, 对接地的重要性进行阐述。从事故现象入手, 对断路器操作回路、保护装置电流回路、变电站接地网等进行细致的检查。综合分析上述回路和接地网出现的异常现象, 经现场确认, 得出结论: 接地网出现脱焊造成主变地网与站地网解列运行, 是导致二次设备严重烧毁的直接原因。

关键词: (接)地网; 接地; 回路; 保护装置; 烧毁

A burnout accident of secondary devices caused by bad grounding

ZHAN Zhi-cheng, GUO Hua-bing, MIAO Zhi-feng

(XJ Electric Power Protection & Automation Company, Xuchang 461000, China)

Abstract: Combining an accident of the protective device of transformer which was badly burnt down, this paper discusses the importance of grounding. Starting from the accident phenomenon, it examines the operation circuit of the breaker, the current circuit of the protective device, the grounding grid of the transformer substation carefully. Analyzing the exceptional phenomenon above-mentioned and then confirming on site, it draws a conclusion that the immediate cause of the secondary equipment being badly burnt down is that the grounding grid was unsoldering, which caused the transformer grounding grid and the station grounding grid disconnected.

Key words: grounding grid; grounded; circuit; protective device; burnt down

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)12-0145-04

0 引言

发电厂、变电站良好的接地是电力系统安全运行的根本保证, 它是防雷接地、保护接地和工作接地三者的统一^[1]。在《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》中明确要求: 防止接地网事故, 做好接地网的设计、施工、验收工作。鉴于接地的重要性, 《反事故措施》具体要求: 各设备与主接地网应可靠连接, 严禁设备失地运行; 对扩建的接地网与原地网应多点连接, 防止接地网地电位升高造成设备损坏^[2]。本文以发生在一个110 kV变电站因接地不良引起的二次设备严重烧毁事故为实例, 借此阐明接地的重要性。

1 事故概述

某工厂 110 kV 中心变主要负责负荷的调度分配, 在 2008 年新增了#3 主变 (110 kV/35 kV) 进行扩容, 自 2008 年 4 月份#3 主变正式投运至 2009 年 4 月份, 110 kV 进线共发生 3 次单相接地故障, 与

此同时新增#3 主变保护柜内相继发生 3 次低压侧后备保护装置严重烧毁事故, 并造成巨大的经济损失。

① 2008 年 5 月 26 日, 110 kV 进线发生单相接地故障, 同时#3 主变低压侧后备保护装置严重烧毁, 后备保护电流端子严重烧毁, 操作回路插件 422 端子, 425 端子, TWJ 回路严重烧毁, 在靠近电流端子与 425 端子区域保护箱体严重烧熔, 装置内部插件严重粘连。

② 2008 年 6 月 9 日, 110 kV 进线再次发生单相接地故障, #3 主变低压侧后备保护装置被严重烧毁, 烧毁现象与第一次基本一致。

③ 2009 年 4 月 21 日, 110 kV 进线发生单相接地故障, #3 主变低压侧后备保护装置被严重烧毁, 烧毁现象与前两次基本一致。并在保护柜右下方有一处较大面积的放电现象, 电缆桥架有 8 处放电现象。

2 二次回路及接地网检查

2.1 操作回路与断路器本体的检查

#3 主变低压侧断路器为 SF6 断路器，弹簧储能式，防跳回路由保护装置提供。从保护装置操作回

路引至断路器本体端子箱只有 101 回路、102 回路、107 回路、137 回路。操作回路原理图如图 1 所示。

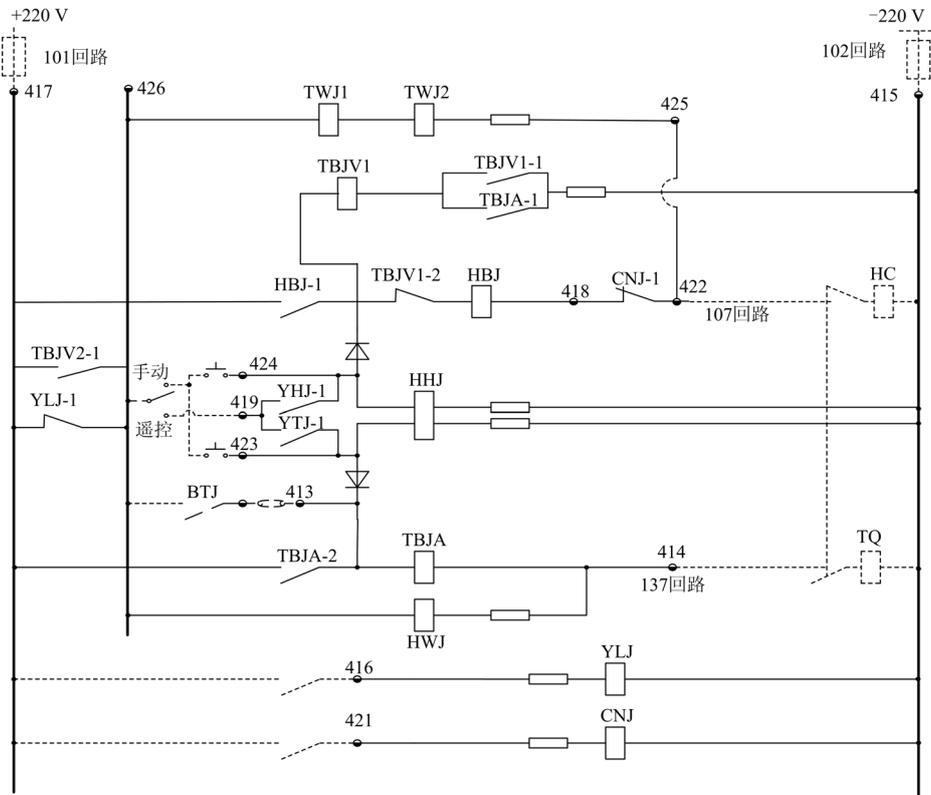


图 1 操作回路原理图

Fig.1 Principle of operation circuit

① 检查保护装置的工作电源和控制电源回路

检查发现正极对负极电压 232 V、正极对地电压 +230 V、负极对地电压 -2.0 V，检查结果表明直流系统的负极为金属性接地。在保护柜内拆除从断路器本体端子箱接入的 101 回路、102 回路、107 回路、137 回路，检查结果仍为负极接地。断开接入保护柜内的直流电源，检查柜内电源回路的对地电阻，均为无穷大，保护柜内电源回路无接地现象。在直流屏中断开至#3 主变保护柜的直流电源，检查直流系统的母线，发现整个变电站的直流均是负极接地。经变电站检修人员确认，该变电站负极接地运行已经很长时间，由于运行设备无法断电，直流系统母线负极接地故障无法排除。直流系统的负极接地为变电站的安全运行埋下了隐患，负极接地易造成断路器的拒动或误动。

② 检查电缆绝缘

为防止操作回路电缆发生接地现象，将保护屏与断路器本体端子箱连接的 101 回路、102 回路、107 回路、137 回路在两端分别解开，使用 500 V 摇表检查 4 个回路对地绝缘电阻均为无穷大，符合安

全要求，表明电缆绝缘状况良好。

③ 检查断路器本体端子箱中的回路绝缘

拆开与保护装置连接的 4 个回路，当断路器在合闸状态时，使用万用表检查结果如下：101 回路对地电阻无穷大，102 回路对地电阻无穷大，107 回路对地电阻有 6.68 kΩ，137 回路对地电阻无穷大。进一步检查 107 回路，发现在 107 回路中接有 1 根标有 KL3-12 的接线，量 KL3-12 的对地电阻为 6.68 kΩ，拆除 KL3-12 的接线，测量 107 回路对地电阻为无穷大。查阅断路器本体端子箱设计图纸 KL3 应为防跳闭锁继电器，但该回路已经取消，端子排上标有 KL3-A1, KL3-A2 的 KL3 继电器线圈没有接线。与 KL3 相关的回路和接线纯属多余。

④ 其他回路的检查

在检查断路器本体操作回路的过程中，SF₆ 压力闭锁信号，弹簧储能信号本应该提供无源接点接入变压器测控装置，但安装接线人员却将这些信号的公共端连接在断路器本体操作回路的正电源上，这样做使断路器在检修时无法断开操作回路的电源。

同时发现保护装置与断路器本体端子箱连接的同一根控制电缆中, 同时混有交流回路和直流回路, 并在直流回路中感应出 50~120 V 交流电压。违反《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》中的: 交流电流和交流电压回路、交流和直流回路、强电和弱电回路, 以及来自开关场电压互感器二次的四根引入线和电压互感器开口三角绕组的两根引入线均应使用各自独立的电缆的原则^[2]。

2.2 保护装置电流回路检查

主变低压侧两组 CT 分别接保护装置的后备保护电流输入端和测量电流输入端, 如图 2 所示。在 110 kV 线路发生 3 次单相接地故障时, 总是后备保护电流端子严重烧毁, 测量电流端子正常。仔细观察被烧毁的后备保护电流端子, 发现都是非极性端 I'_a , I'_b , I'_c 烧毁严重, 在与 I'_a , I'_b , I'_c 较近的机箱箱体出现烧熔的现象。进一步检查两个 CT 回路, 发现在断路器本体端子箱中后备保护 CT 是在主变端子箱接地, 而测量 CT 整个回路既没有在断路器本体端子箱接地也没有在保护柜内接地。

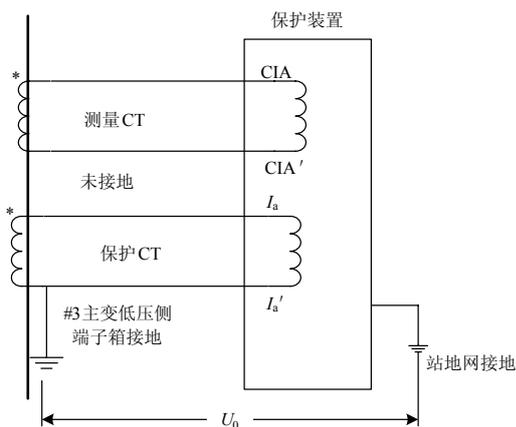


图 2 保护装置 CT 回路接地图

Fig.2 Circuit of CT grounded of protective device

2.3 变电站接地网的情况

考虑到保护装置的烧毁事故相继发生在 110 kV 线路单相接地故障之后, 断路器本体端子箱中 107 回路有经 6.68 k Ω 接地的现象, 保护 CT 与测量 CT 由于接地回路不同引起的不同结果, 以及保护柜内和电缆桥架的放电现象, 初步判断导致保护装置烧毁的原因将与外部地网的高电压存在一定的联系。

在测量主控室接地电阻、变压器中性点接地电阻、变压器低压侧二次回路接地电阻时发现三者接地电阻值相差很大; 初步判断变压器中性点接地、变压器低压侧二次回路接地可能与站地网断开。后经过开挖接地网证实, 新增#3 主变地网与站地网存在脱焊(断裂)情况, 使#3 主变地网与站地网分离,

形成两个独立的地网。当外部发生单相接地故障时, 两个独立的地网端口上将有很高的零序电压, 如果这个零序电压施加到二次设备上, 将会使二次设备遭受到高电压的击毁和大电流的烧毁。

3 故障分析及处理

3.1 操作回路烧毁的原因分析

由图 1 可知: 当断路器在合闸状态时, 合闸线圈 HQ 前的断路器辅助常闭触点在断开状态, YLJ-1 触点接通, 426 与 417 正电源接通, 422 与 425 短接。由于直流系统负极发生接地故障, 断路器本体端子箱中 107 回路有经 6.68 k Ω 电阻接地的现象。综合上述情况作出等效图如图 3 所示。

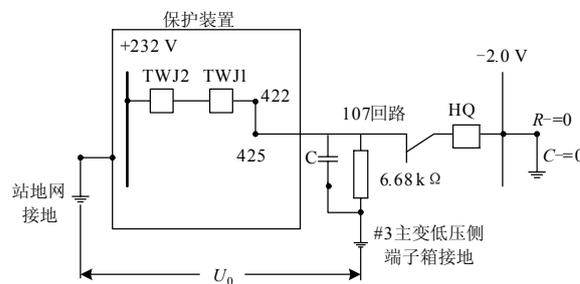


图 3 操作回路遭击毁原理图

Fig.3 Principle of operation circuit destroyed

由于#3 主变地网与站地网不相连, 形成两个独立的地网, 保护箱柜是接站地网, #3 主变及操作机构是接到了#3 主变地网, 且 107 回路在断路器本体端子箱中有经 6.68 k Ω 电阻接#3 主变地网的现象, 当 110 kV 发生接地故障时, 两地网间将有很高的零序电压, 并通过 107 回路引接入到保护箱的 422 端子、425 端子、TWJ 回路, 使保护装置操作回路遭到高电压的击毁, 进而形成短路, 产生大电流烧穿的现象。

3.2 交流回路烧毁的原因分析

由于保护装置保护 CT 的 N 相是接#3 主变地网, 保护箱柜是接站地网, 当 110 kV 发生接地故障时, 两个独立的地网端口上将有很高的零序电压, 并引接到保护箱的电流端子, 使电流端子遭到高电压的击毁, 进而形成短路, 产生大电流烧穿的现象。而测量 CT 由于没有接#3 主变地网, 不能将地网的高电压引入电流回路, 所以没有发生烧毁事故。因此每次发生接地故障时都是保护 CT 回路被烧毁, 测量 CT 回路完好, 如图 2 所示。

3.3 解决措施

通过对保护装置相关回路的检查和分析, 以及保护装置烧坏原因的分析, 采用下列措施予以解决:

- ① 将#3 主变地网与站地网进行连接, 由原来

的单根连接改为多根不同点连接, 保证接地的可靠性。

② 解除断路器本体操作箱合闸回路 107 的接地, 将 KL3-12 接线解除, 使 107 回路对地电阻为无穷大。

③ 解除断路器本体操作箱中的不必要的连线, 将 SF₆ 压力闭锁信号, 弹簧储能信号的公共端与断路器的控制电源连线解开; SF₆ 压力闭锁信号, 弹簧储能信号提供无源接点, 开入电源由测控装置开入回路提供。

④ 对交流回路与直流回路混用同一根控制电缆的错误现象加以改进, 应敷设独立的电缆供交流回路使用, 交流回路与直流回路使用各自独立的电缆。

⑤ 将测量 CT 回路, 保护 CT 回路的接地, 改接在保护柜内接地, 不在端子箱接地。

⑥ 由于直流系统的负极有接地的现象, 对安全运行埋下隐患, 应予尽快消除, 使直流系统恢复正常。

4 结论

由于接地网作为隐蔽工程长期深埋地下, 容易被人忽视, 不能对其进行有效监控。当接地网出现断裂, 脱焊等隐患时, 容易出现接地网解裂运行, 如果发生接地故障, 将会危及二次设备和人身安全。在我国, 因接地不良引起的二次设备烧毁事故屡有

发生, 接地问题已经越来越受到重视。如何及时有效地发现接地网的缺陷, 已经成为电力系统研究的一个主要方向。

参考文献

[1] 何金良, 曾嵘. 电力系统接地技术[M]. 北京: 科学技术出版社, 2007.
HE Jin-liang, ZENG Rong. The grounding technology of electric system[M]. Beijing: Science & Technology Press, 2007.

[2] 国家电力调度通信中心. 国家电网公司十八项电网重大反事故措施[Z]. 2005.
State Electric Power Dispatch and Communication Center. 18 State Grid Corporation of major anti-accident measures[Z]. 2005.

[3] DL/T621—1997 交流电气装置的接地[S].
DL/T621—1997 the grounding for AC electrical installations[S].

收稿日期: 2009-07-22; 修回日期: 2009-09-11

作者简介:

湛志成 (1978-), 男, 专科, 助理工程师, 从事发电端继电保护应用研究及技术管理工作; E-mail: zhanzhicheng2008@sina.com

郭化冰 (1979-), 女, 专科, 助理工程师, 从事发电端继电保护应用研究及技术管理工作;

苗智峰 (1979-), 女, 专科, 助理工程师, 从事发电端继电保护试验、系统联调及技术支持工作。

(上接第 144 页 continued from page 144)

FU De-chuan. The application of three phase V/v connection traction transformer[J]. Railway Locomotive&CAR, 1994, 26 (2) : 47-51.

[3] 张太升. 电力机车谐波的计算[J]. 河南电力, 1996, 3 (4) : 21-27.
ZHANG Tai-sheng. The calculation of electric locomotive's harmonic[J]. Henan Electric Power, 1996, 3 (4) : 21-27.

[4] 谭秀炳. 交流电气化铁道牵引供电系统[M]. 二版. 成都: 西南交通大学出版社, 2007.
TAN Xiu-bing. Analysis of electric power system [M]. Second Edition. Chengdu: SWJTU Press, 2007.

[5] 崔家佩, 孟庆炎. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
CUI Jia-pei, MENG Qing-yan. Analysis of electric power system[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2006.

[6] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编[M]. 二版. 北京: 中国电力出版社, 2000.
State Electric Power Dispatching and Communication

Center. Power system relay protection rules collection [M]. Second Edition. Beijing China Electric Power Press, 2000.

[7] 廖晓玉, 张太升. 继电保护整定计算的简化[J]. 继电器, 2003, 31 (8) : 37-41.
LIAO Xiao-yu, ZHANG Tai-sheng. Simplify calculation of line protection settings[J]. Relay, 2003, 31 (8) : 37-41.

[8] 220 kV~750 kV 电网继电保护装置运行整定规程[S].
Setting Guide for 220 kV~750 kV power system protection equipment[S].

收稿日期: 2009-07-31; 修回日期: 2009-11-18

作者简介:

王敬军 (1981-), 男, 工程师, 硕士研究生, 从事电力系统继电保护整定计算及管理工作; E-mail: wangjingjun_2001@sina.com

张予鄂 (1963-), 女, 高级工程师, 学士, 从事电力系统继电保护整定计算和管理工作;

刘 华 (1955-), 男, 高级工程师, 学士, 从事电力系统继电保护管理工作。