

35 kV 接地二次告警回路分析改造

崔战涛, 樊丽君, 杨小龙, 樊丽霞, 李武

(宁夏石嘴山市供电局, 宁夏 石嘴山 753000)

摘要: 随着电力技术的发展, 小车开关的应用已经非常广泛, 然而因为接地等多种原因导致小车开关发生爆炸或其它危害性事故, 在目前还没有很好的解决方案。就此展开了一定的分析和探讨, 提出了避免设备缺陷造成的对人身安全威胁的预防性思路, 并在实际中得到了应用。希望对专业技术人员有一定的借鉴和帮助作用。

关键词: 小车开关; 接地短路; 报警; 改造

Analysis and transformation of secondary alarm about 35 kV earth circuit

CUI Zhan-tao, FAN Li-jun, YANG Xiao-long, FAN Li-xia, LI Wu

(Shizuishan Power Supply Bureau, Shizuishan 753000, China)

Abstract: With the development of electric power technology, the wheelborrows switch has been applied widely. However, it's still common that the wheelborrows switch explosion and other accidents caused by short circuit of earth and short circuit breakdown. This paper analyses this issue and points out the preventive measures about personal safety owing to defect of equipments. And the above-mentioned measures are put forward for practice. It is a reference for engineers.

Key words: wheelborrows switch; the earth short-circuits; warning; improvement

中图分类号: TM64

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2007)12-0073-02

0 引言

随着电力技术发展的日新月异, 小车开关已经在电力系统中得到广泛的应用。小车开关以其结构紧凑、占地面积小、允许的机械及电气寿命较油开关存在明显的优势, 故此, 近年来在国内 10 kV 及 35 kV 系统中得到了广泛的应用。但根据现有的运行经验, 国产 35 kV 小车开关, 无论设计水平、还是制造工艺上都相对欠缺, 尤其在操动机构的可靠性方面, 绝缘等方面急需进一步的提高。此类设备的运行存在一定的隐患。下面就几起小车开关接地故障引起爆炸的事故作具体分析。

1 事故分析及问题的提出

35 kV 小车开关在我局的应用非常普遍, 而小车开关发生爆炸等事故的现象也存在。现仅以某 220 kV 变电站的几次小车开关事故进行说明: 某 220 kV 变电站自 2003 年 6 月份 35 kV 小车开关投运以来, 先后发生 302 开关, 所用变开关, 4#, 5# 电容器开关爆炸事故, 特别是所用变开关爆炸时开关前面挡板全部被炸出, 所幸当时高压室内没有人员工作, 没有造成人员伤亡。

后经检查发现, 发生故障的原因多为小车开关的触头接触不好造成对地拉弧现象, 最终酿成事故。而国产 35 kV 小车开关, 无论设计水平、还是制造工艺上都相对欠缺, 尤其在操动机构的可靠性方面, 绝缘等方面急需进一步的提高, 要解决以上问题需要一定时间, 但是要解决设备缺陷造成的对人身安全的威胁却是当务之急。虽然现在各个变电站都安装了小电流接地选线系统, 但是由于 35 kV 为不接地系统, 小电流接地选线系统通过零序 CT 不能很准确地判断出具体哪一条线路发生接地, 而且小电流接地装置安装在保护室内, 如果在高压室内有人工作, 不可能对工作人员起到预警作用。所以我们提出了一些解决思路。

2 理论分析

由以上分析可以得出结论: 造成小车开关爆炸的原因多为其触头对地拉弧所致, 现就接地时系统的电压变化作以分析: 因为 35 kV 系统为不接地系统, 发生接地时分为金属性接地和经过渡电阻接地。

2.1 金属性接地

单相金属性接地时, 接地相对地电压为零, 非接地相对地电压升高为线电压, 且线电压保持对称。

如图 1, 图 2 所示 A 相发生接地故障。

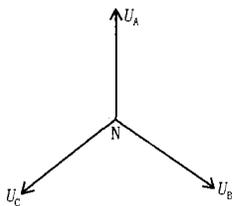


图 1 故障前电压相位

Fig.1 Voltage phase before breakdown

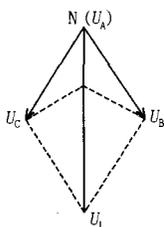


图 2 故障后电压相位

Fig.2 Voltage phase after breakdown

2.2 经过渡电阻接地

中性点不接地系统任何一相, 例如 C 相经过渡电阻 R 接地时的电网接线如图 3 所示。

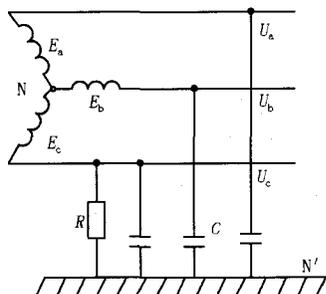


图 3 C 相经过渡电阻接地时的电网接线图

Fig.3 Wiring diagram of electrical network when the transition resistance earth passes through C

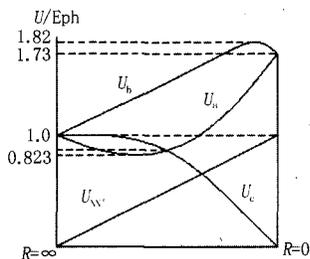


图 4 各相对地电压及电网中性点对地电压的变化图

Fig.4 Variant chart of each relative earth voltage and the earth voltage at the neutral point of electrical network

正常运行时, 三相系统完全对称, 电源电势分别为 $E_a = E \angle 0^\circ$ 、 $E_b = a^2 E_a$ 、 $E_c = a E_a$ 。各相导

线对地的电容用集中电容 C_a 、 C_b 、 C_c 代替, 且数值均为 C 。每相的对地导纳为 Y_a 、 Y_b 、 Y_c 等于 $j\omega C$ 。各相对地电压分别为 U_a 、 U_b 、 U_c , 系统中性点对地电压为 $U_{NN'}$ 。

当 C 相经过渡电阻 R 接地时, $Y_c' = \frac{1}{R} + j\omega C$,

根据弥尔曼定理中性点对地电压

$$U_{NN'} = \frac{E_a Y_a + E_b Y_b + E_c Y_c'}{Y_a + Y_b + Y_c'} = \frac{E_a Y_a + E_b Y_b + E_c Y_c + \frac{1}{R} E_c}{\frac{1}{R} + j3\omega C} = \frac{E_c}{1 + j3\omega CR}$$

由克希霍夫电压定律 (KVL) 得各相对地电压:

$$U_a = E_a + U_{NN'}, U_b = E_b + U_{NN'},$$

$U_c = E_c + U_{NN'}$ 。当 $R \in (0 \sim \infty)$ 时, 即电网经任意数值过渡电阻单相接地时, 将不同的 R 值代入上面公式, 计算出各相对地电压及电网中性点对地电压的变化如图 4 所示。通过该图可以得出如下结论:

- 1) R 趋向 ∞ 时, 各相对地绝缘良好, 对应于电网正常运行状态。
- 2) $R = 0$ 时, 对应于金属性接地 (又称接地短路)。接地相对地电压为零, 非接地相对地电压升高为线电压。
- 3) R 大于 0 小于 ∞ 时, 各相对地电压由系统对地电容及过渡电阻大小决定。非故障相对地电压最高可达 1.82 倍相电压, 最低达 0.823 倍相电压。同时, 对地电压最高相的下一相, 一定是接地相。这一点无论是高阻接地还是低阻接地均适用, 而对地电压最低相是接地相的结论仅适用于低阻接地的情况。

由以上理论分析可以得出一个结论: 当发生接地故障时, 其零序电压 U 一定会升高, 所以可利用接地故障的这一特性来实现故障报警的功能。

3 告警回路的实现

我们利用零序电压的变化来实现告警功能, 其设计回路如图 5 所示。

将以上回路接在高压室内, 当发生接地故障时, 零序电压 U 升高, 当其达到电压继电器 YJ 的整定值时, 电压继电器动作, 其动合触点 YJ 闭合, 中间继电器 ZJ 动作, 驱动警铃 JL 发出预警铃声。这样在发生事故时, 可以提醒高压室内的工作人员撤离

(下转第 81 页 continued on page 81)

- 多时段动态优化潮流[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(3): 31-35.
- CHEN Jin-fu, CHEN Hai-yan, DUAN Xian-zhong. Multi-Period Dynamic Optimal Power Flow in Wind Power Integrated System[J]. Proceedings of the CSEE, 2006, 26(3): 31-35.
- [23] 宋云亭, 周双喜, 等. 基于 GA 的发电合成系统最优可靠性计算新方法[J]. 电网技术, 2004, 28(15): 25-30.
- SONG Yun-ting, ZHOU Shuang-xi. A New Calculation Method for Optimal Reliability Indices of Composite Power System Using GA[J]. Power System Technology, 2004, 28(15): 25-30.
- [24] Pudjianto D, Strbac G, van Overbeeke F. Investigation of Regulatory, Commercial, Economic and Environmental Issues in MicroGrids[A]. In: International Conference on Future Power Systems[C]. 2005. 1-6.
- [25] Cooper K, Dasgupta A, Kennedy K, et al. New Grid Scheduling and Rescheduling Methods in the GrADS Project[A]. In: Proceedings of 18th International Parallel and Distributed Processing Symposium[C]. 2004.
- [26] Microgrids L B. Distributed Power Generation[A]. In: Power Engineering Society Winter Meeting[C]. 2001. 146-149.
- [27] 齐智平. 电工研究所“九五”期间重大科研成果[J]. 中国科学院院刊, 2002, (2): 121-124.
- QI Zhi-ping. Hoge Achivement of Research in Ninth Five IN IEE[J]. Bulletin of the Chinese Academy of Sciences, 2002, (2): 121-124.
- [28] 马文忠, 李耀华, 孔力. 分布式电力系统中多脉宽调制电源激励下的波反射问题[J]. 电网技术, 2006, 30(1): 19-22.
- MA Wen-zhong, LI Yao-hua, KONG Li. Wave Reflection Energized by Multi-Pulse Width Modulation Sources in Distributed[J]. Power System Technology, 2006, 30(1): 19-22.
- [29] 付旺保, 等. 基于自抗扰控制器的变速恒频风力发电并网控制[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(3): 13-18.
- FU Wang-bao, et al. Cutting-in Control of the VSCF Power Generator Based on Auto-disturbance Rejection Controller[J]. Proceedings of the CSEE, 2006, 26(3): 13-18.

收稿日期: 2006-11-20; 修回日期: 2007-01-23

作者简介:

盛 鹏(1978-), 男, 博士研究生, 主要研究方向为新能源电力系统; E-mail: shengkun@mail.iee.ac.cn

孔 力(1955-), 男, 研究员, 博士生导师, 主要研究方向为电力电子、分布式发电系统。

(上接第 74 页 continued from page 74)

现场, 从而消除了设备缺陷造成的对人身安全的威胁。根据现场的运行经验, 一般我们将电压继电器的动作值整定为 15 V, 这样可以可靠地保证故障时该回路可以发出预警信号。目前, 35 kV 接地二次告警回路的改造已经在实际中得到应用。在我局大多数变电站已经安装完成, 运行效果良好。

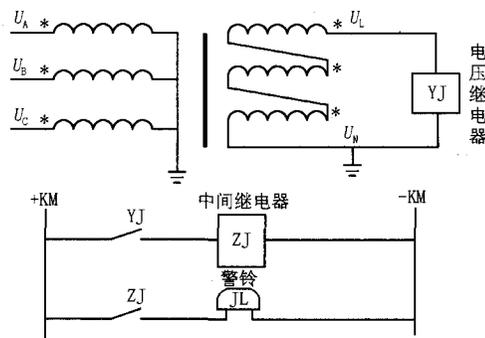


图 5 回路改造图

Fig.5 Loop transformation chart

以上是笔者对 35 kV 接地二次告警回路的改造一些想法, 在此溢于笔端, 与同行探讨, 若有不妥之处, 敬请指正。

参考文献

- [1] 万千云, 梁惠盈, 齐立新, 等. 电力系统运行实用技术问答[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
- WAN Qian-yun, LIANG Hui-ying, QI Li-xin, et al. Electrical Power System Movement Practical Technology Question and Answer[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2003.
- [2] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答(第二版)[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
- National Electric Power Dispatching Communication Center. Electrical Power System Relay Protection Practical Technology Question and Answer (Second Edition)[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.

收稿日期: 2006-12-23; 修回日期: 2007-01-17

作者简介:

崔战涛(1981-), 男, 本科, 从事于继电保护工作; E-mail: cuizhantao851@sohu.com

樊丽君(1979-), 女, 本科, 从事变电运行工作;

杨小龙(1976-), 男, 本科, 从事于继电保护工作。

4 结束语