

荔城站 220kV 失灵保护不正确动作分析及对策研究

李 娟¹, 张 弛², 曾耿晖², 张智锐², 李一泉², 曹建东²

(1. 国电南瑞科技股份有限公司, 江苏 南京 210003; 2. 广东省电力调度中心, 广东 广州 510600)

摘 要: 针对荔城站 220 kV 失灵保护的一次不正确动作, 深入分析了其原因; 针对新建、改建和扩建变电站, 立足于提升失灵保护的可靠性和规范性, 提出了配置、组屏及回路等多方面措施; 针对在役形式多样的失灵回路, 提出了采用“逐点测量电压”的检验方法, 确保了检验结果的可信性。实践证明了各项对策的正确性和有效性。

关键词: 变电站; 失灵保护; 不正确动作

中图分类号: TM63

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2010)06-0035-04

根据近 3 年的广东电网保护动作数据, 随着 220 kV 国产 GIS 设备大量投运, 断路器失灵次数约占全部系统故障的 0.9%, 表明断路器失灵已成为一种常见故障。但由于失灵保护回路非常复杂, 往往牵涉到数个不同保护屏的继电保护装置; 而自四统一时代以来, 失灵启动回路(包括主变保护的解复压闭锁回路)中各保护装置对于失灵回路中各环节的分工也不尽相同, 造成了现场失灵保护回路很不规范, 现场继电保护专业人员认识混乱, 给系统带来了很大的安全隐患。鉴于失灵保护对于确保系统稳定的重大意义, 电力工业必须对其予以高度的重视。针对一次 220 kV 变电站失灵保护的不正确动作展开了深入分析, 提出了在失灵保护配置、回路及检验方法等多方面的对策, 以抛砖引玉, 更好的促进失灵保护在我国电力系统的应用, 更好的发挥其对于系统稳定的重大作用。

1 事故前运行方式

荔城站 220 kV 1M、2M 母分列运行, 220 kV 母联 2012 断路器在分闸位置, 220 kV 增荔乙线、陈荔甲线、陈荔乙线、3 号主变运行在 220 kV 1M; 220 kV 荔九线、1、2 号主变运行在 220 kV 2M。2012 断路器备自投装置投入。110 kV 1M、2M 母线分列运行, 1、2 号变中、荔沙甲线、荔村线、荔三线、荔朱线运行在 110 kV 2M; 3 号变中、荔石线、荔电线运行在 110 kV 1M。

2 保护动作情况及分析

2008 年 11 月 7 日 21 时 14 分 56 秒, 荔城站 220 kV 失灵保护动作, 跳开运行在 220 kV 2M 上的 220 kV 荔九线、1 号变高、2 号变高断路器。失灵保护动作闭锁自投, 220 kV 2M 母线失压。

2.1 110 kV 荔村线保护动作分析

收稿日期: 2010-05-03; 修回日期: 2010-06-06

荔城站事故前运行方式见图 1。

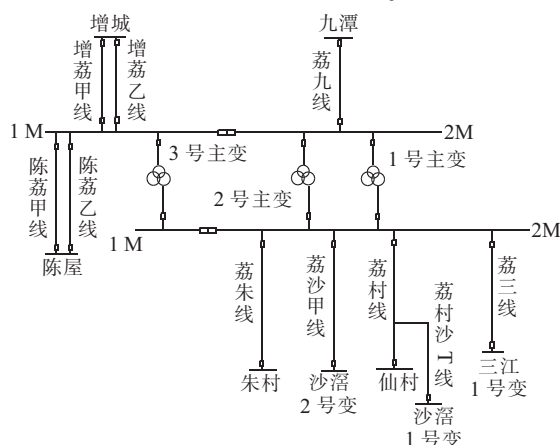


图 1 荔城站事故前运行方式图

2008 年 11 月 7 日 21 时 14 分 56 秒, 荔城站 110 kV 荔村线发生 B 相接地故障(巡线发现荔村线 6 号塔 B 相绝缘子均压环遭雷击击穿), 根据 220 kV 荔城站录波图和 110 kV 荔村线保护启动报告分析, 110 kV 荔村线 B 相故障电流二次值大约 60 A (TA 变比 600/5, 一次故障电流大约 7.2 kA), 110 kV 2M 母线相电压没有跌落且三相对称, 开口三角零序电压大约 16.9 V。

通过保护装置记录的电压、电流计算, 故障时 B 相的测量阻抗约为 $0.56 \angle 78^\circ$, 而距离 I 段的整定值为 $0.53 \angle 78^\circ$, 测量阻抗落在了距离 I 段圆外, 故距离 I 段没有动作。距离 II 段动作时间为 0.6 s, 长于 220 kV 失灵保护 0.5 s 时间所以未能动作。线路零序电压采用自产 $3U_0$, 零序电流保护因为经方向, 保护不动作。

2.2 荔城站 220 kV 失灵保护动作分析

检查 220 kV 荔九线和 1、2 号主变失灵启动回路, 发现 1 号主变失灵启动回路只经过 1 号主变失灵启动电流接点和母线切换接点串接启动失灵保护, 未经主变保护保护一、保护二动作接点 CKJ 和三跳动作接点 TJR 把关 (见图 2)。110 kV 荔村线

故障时,流过 1 号主变的二次电流大约 5 A,超过 1 号主变失灵启动电流定值 3.6 A,同时,荔城站 220 kV 2M 零序电压二次值约为 11.7 V (定值为 6 V)。导致误启动 220 kV 失灵保护。失灵保护经 0.5 s 延时出口跳闸。

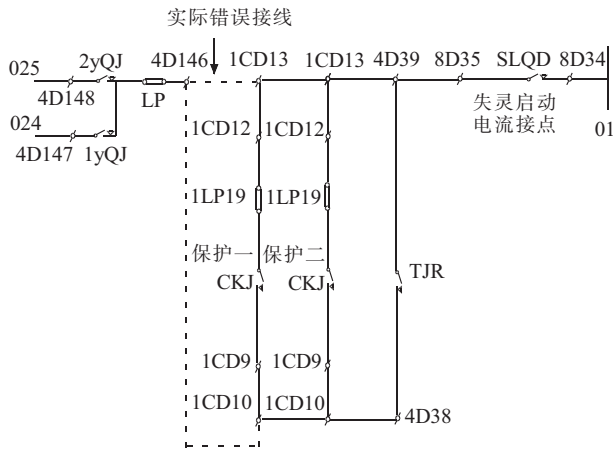


图 2 荔城站 1 号主变失灵启动回路

检查图纸发现 1 号主变失灵启动回路原理图逻辑正确,端子排图有错误,现场接线错误,施工、调试、验收未能发现接线错误,最终导致失灵保护误动。

2.4 分析结论

(1)由于缺乏操作性强的失灵保护配置、组屏、压板、回路等的相关行业或企业规程规定,导致制造、设计、施工、验收、整定、定检和运行维护等缺乏一系列统一的技术标准,此为本次事故的深层次原因。

(2)具体到 1 号主变失灵保护启动回路本身,在 2003 年主变保护更换工程的施工、调试和验收过程中,未能及时发现失灵启动回路的设计和实际接线错误,从而消除隐患。

(3)在失灵保护定检工作中,由于牵涉到运行中的母差保护,启动回路试验安全风险很大。现场工作人员普遍存有不敢动手的现象,试验方法也不尽科学,导致定检没有取得预期的效果,即定检并不能检出问题。

3 对策研究

3.1 技术标准

针对新建、改建和扩建的失灵保护,广东省电力调度中心通过参考文献[1]对其配置、组屏及回路进行了全面的规范,主要包括:

(1)失灵保护的配置

考虑到断路器失灵事件的日益增多,同时失灵保护拒动对于系统的影响,广东电网在原来 220 kV

双套母差保护的配置模式基础上,确定失灵保护也应采用双重化配置的方式,以提高失灵保护动作的可靠性。

(2)失灵保护的启动

考虑到双套配置的失灵保护经由同一个电流元件把关不符合可靠性的要求,而内含失灵保护功能的微机型母差保护也可实现电流判别功能。而采用母差保护装置内部的失灵电流判别功能(启动失灵回路逻辑框图如图 3 所示),还可有效简化外部失灵启动回路,降低失灵保护误动作风险。

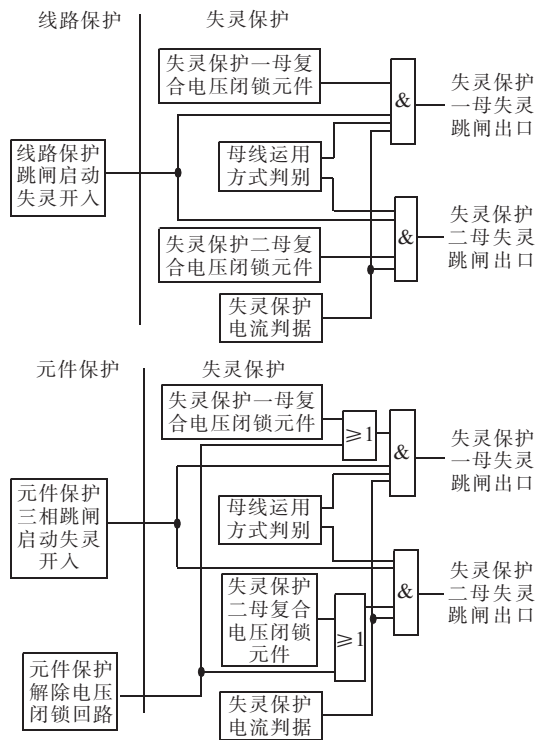


图 3 新失灵保护启动回路逻辑示意

(3)失灵保护的跳闸

失灵保护仍然利用母差保护的跳闸回路,由于每套母差保护出口各作用于一个跳圈,失灵保护考虑同样处理,即失灵保护和母差一样各作用于一个跳圈,从而简化了二次回路,保证回路间的相互独立,有效避免寄生回路的产生,同时可靠性没有降低。虽然国标 GB/T14285—2006《继电保护和安全自动装置技术规程》4.9 中要求,失灵保护同时动作于两组跳闸回路,但其前提是不要求失灵保护双重化配置,而整个 GB/T14285—2006 理念上凡是双重化的配置,均要求相互独立。

此外,广东省电力调度中心还在参考文献[1]中对失灵保护主变支路解除复压闭锁(要求不同继电器)、失灵保护所用 TA 绕组的位置(要求位于 TA 各绕组的中间)、间隔保护对于失灵保护的启动方式(要求一启二)等进行了明确的规定,从而理清了广

东继电保护专业对于失灵保护的管理思路,简化了失灵保护的启动和跳闸回路,提升了失灵保护的规范性和可靠性。

3.2 试验方法

造成本次事故的一个很重要的原因在于验收和定检过程中工作不到位,对于现场正在运行的形式多样的失灵保护回路,必须审慎思考,想清楚再干,各级继电保护管理部门应高度重视失灵保护回路的检验,建立科学、严密的试验方法,而不仅仅是保证不漏项、不缺项,只有方法正确,方可确保检验结果的可信性。下面以运行中 220 kV 失灵保护启动回路

为例,阐述利用“逐点测量电压”进行失灵保护启动回路的试验方法和要求。

(1)检查变电站所有 220 kV 间隔(线路、主变、母联、分段、旁路,以下同)的失灵启动回路设计图纸逻辑正确(包括主变保护解除失灵保护复压闭锁回路,以下同);

(2)退出 220 kV 失灵保护:

①按照图纸(见图 4)核查所有 220 kV 间隔的失灵启动回路现场实际接线正确。

②对照图纸测量所有 220 kV 间隔的失灵启动回路各接线端子的对地电位符合正常运行情况。

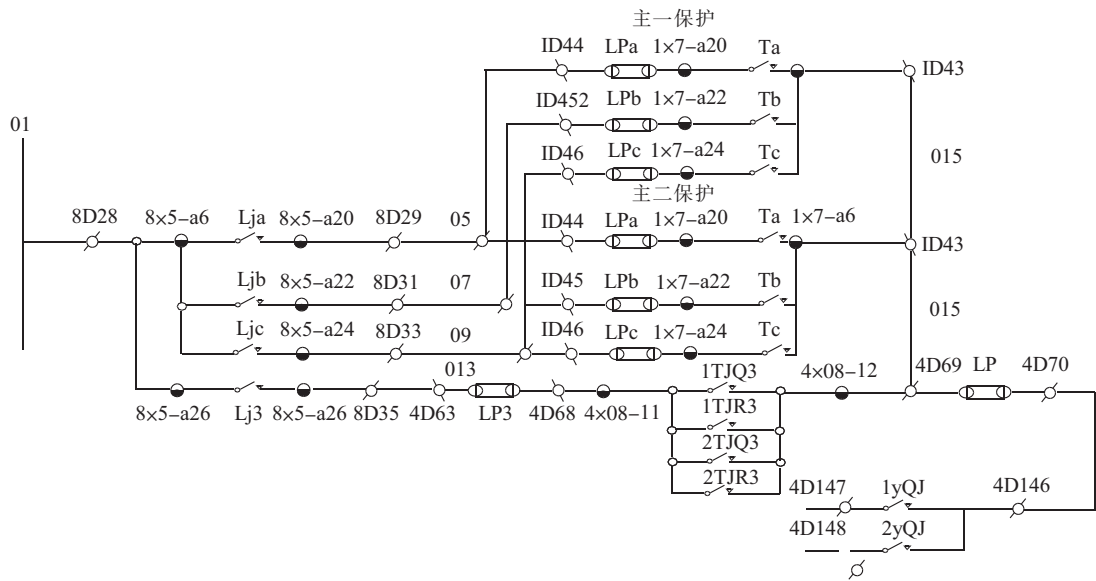


图 4 220 kV 线路保护失灵启动回路图

以图 4 的 220 kV 线路保护失灵启动回路为例说明正常运行时各接线端子正常电位(假设该站直流系统电压为 220 V):用直流电压表测量 8D28 端子的对地电位应为+110 V,测量 8D29、8D31、8D33、8D35 端子的对地电位应为 0 V,测量主一保护屏的 1D44、1D45、1D46 端子的对地电位应为 0 V,测量主一保护屏的压板 LPa、LPb、LPc 的对地电位应为 0 V;测量主二保护屏的 1D44、1D45、1D46 端子的对地电位应为 0 V,测量主二保护屏的压板 LPa、LPb、LPc 的对地电位应为 0 V;测量 4D63、4D68、LP3 的对地电位应为 0 V;线路运行中,电压切换继电器 1YQJ 或 2YQJ 应动作,测量主一保护屏的 1D43 端子的对地电位应为-110 V,测量主二保护屏的 1D43 端子的对地电位应为-110 V,测量 4D69、4D70、4D146 端子的对地电位应为-110 V,测量失灵启动总压板 LP 的对地电位应为-110 V,测量 4D147(024)、4D148(025)端子的对地电位应为一 110 V。并按照附表一的格式记录失灵启动回路各接

线端子的测量电位,并存档保存。

通过以上检查图纸、核对接线、测量 220 kV 失灵保护启动回路各接线端子的对地电位正常与否,可以初步判断确定 220 kV 失灵保护启动回路经过了保护动作接点和失灵启动电流接点双重把关。其他接线情况的 220 kV 失灵保护启动回路接线端子的电位检查测量可参照上面的方法执行,检查主变间隔时,可在 220 kV 失灵保护装置检查主变解除失灵保护复压闭锁开入量正常。

检查所有 220 kV 间隔的失灵启动压板名称标识清楚、正确,失灵启动压板投入正确(包括主变保护解除失灵保护复压闭锁压板),220 kV 失灵保护屏压板投入正确。

依托上述检验方法,广东电网对所有 220 kV 及 500 kV 失灵保护展开了清查,查出了设计、施工、回路及装置质量等方面多个问题;同时通过参考文献[1],对今后新建、改建和扩建的失灵保护进行了规范,从而强化了整个失灵保护的管理。

4 结束语

针对一次 220 kV 变电站失灵保护不正确动展开了深入分析,并以此为切入点,提出了对于今后新建、改扩建工程和正在运行的各型失灵保护的针对性措施,主要包括失灵保护配置、组屏及回路的规范性;基于“逐点测量电压”的检验方法等,实践证明,提出的对策是可行的,更是有效的,有力保障了广东电网的安全稳定运行。

参考文献:

[1] 广东省电力调度中心.广东省电力系统继电保护反事故措施及释义(2007 版)[M].北京:中国电力出版社,2007.
[2] GB/T 14285—2006.继电保护和安全自动装置技术规程[S].

作者简介:

李 娟(1979-),女,江苏泰兴人,工程师,从事电力系统继电保护工作;
张 驰(1978-),男,广东广州人,高级工程师,从事电力系统继电保护运行与控制工作;
曾耿晖(1977-),男,湖南娄底人,高级工程师,从事电力系统继电保护运行与控制工作。

Analysis on Mal-action of Mal-function Protection and the Countermeasure of 220 kV substation in Licheng

LI Juan¹, ZHANG Chi², ZENG Geng-hui², ZHANG Zhi-rui², LI Yi-quan², CAO Jian-dong²
(1.NARI technology development Co.,Ltd.,Nanjing 210003,China;
2. Guangdong Power Dispatch Center, Guangzhou 510600,China;)

Abstract: Focusing on an incorrect operation of 220kV circuit-breaker failure protection in Licheng substation, this paper analyzes its causes in-depth. Based on upgrading the reliability and normalization of circuit-breaker failure protection, some measures of configuration, grouped screens, circuits are given for new construction, reconstruction and expansion of substations. For the circuits in-service of circuit-breaker failure protection, this paper puts forward a "point by point measurement of voltage" test method which can ensure the credibility of test results. Practical operation and fault analysis verify the correctness and effectiveness of the measures.

Key words: substation; circuit-breaker failure protection; incorrect operation

广 告 索 引

思源电气股份有限公司	封面	《江苏电机工程》协办单位	前插 2、3
江苏泰事达电气有限公司	封二	《江苏电机工程》协办单位	前插 4
江阴胜源华电高压电器有限公司(黑白)	文前 1	江苏帕威尔电气有限公司	封三
国电南瑞科技股份有限公司	前插 1	南京南瑞集团公司	封底

下 期 要 目

- 一起 10 kV 开关柜起火故障分析
 - 二次反送电的分析及改进建议
 - 火力发电厂气泵常见振动问题分析
 - 220 kV 旁代路主变开关失灵的探讨
 - 架空线路输电能力综述
 - 基于 IEC 61850 标准的定值模型应用与测试
- 变压器绕组变形的综合诊断分析
 - 110 kV 高港变数字化改造实现
 - 基于 IEC 61850 标准的装置建模与工程应用
 - 负荷节点负序源综合建模方法的研究
 - 用于无功电流监测的 IIR 的数字滤波器设计
 - 超超临界水冷壁节流圈的结构参数对其结垢的影响