

2003 年全国电网元件保护运行情况分析

詹荣荣, 周玉兰

(中国电力科学研究院, 北京 100085)

摘要: 介绍了 2003 年全国电网元件保护的运行情况, 包括 100 MW 及以上发电机保护、50 Mvar 及以上调相机保护、220 kV 及以上变压器保护、220 kV 及以上母线及失灵保护。并针对大量事故实例进行保护不正确动作情况的分析, 指出保护不正确动作的原因及责任。通过元件保护事故信息的交流, 总结经验教训, 从而有助于提高元件保护的整体运行水平。

关键词: 元件保护; 运行; 分析

中图分类号: TM 772

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2005)05-0094-04

1 元件保护运行情况概述

根据《电力系统继电保护及安全自动装置运行评价规程》^[1]的规定, 元件保护装置包括 100 MW 及以上发电机(含发电机变压器组)、50 Mvar 及以上调相机、220 kV 及以上变压器、高压电抗器和母线的继电保护装置。根据规程规定的内容, 对 2003 年元件保护运行情况进行统计分析。

2003 年运行中, 全国电网元件保护共动作 930 次, 正确动作 841 次, 不正确动作 89 次(误动 84 次、拒动 5 次), 正确动作率为 90.43%。1999~2003 年元件保护运行情况见表 1 和图 1^[2-6]。从图 1 可见近两年元件保护正确动作率有所下降, 希望引起重视。

表 1 1999~2003 年元件保护动作情况

Tab.1 Element protection actions from 1999 to 2003

年度	n_{Σ}	n_1	n_2	$\varepsilon/\%$
1999	895	786	109	87.82
2000	924	848	76	91.77
2001	1 230	1 150	80	93.49
2002	1 059	983	76	92.82
2003	930	841	89	90.43

注: n_{Σ} 为动作总次数; n_1 为正确动作次数; n_2 为不正确动作次数; ε 为正确动作率。

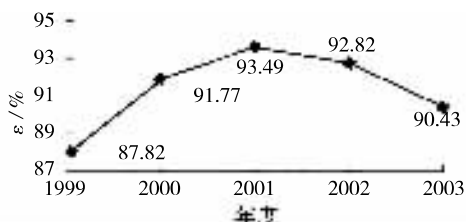


图 1 1999~2003 年元件保护正确动作率曲线图

Fig.1 The correct action rate curve of element protection from 1999 to 2003

2 元件保护运行情况

2.1 100 MW 及以上发电机保护运行情况

2003 年 100 MW 及以上发电机保护共动作 638

次, 其中正确动作 619 次, 不正确动作 19 次(误动), 正确动作率为 97.02%, 比 2002 年的正确动作率(98.32%)^[6]下降了 1.3 个百分点。各类型保护运行情况是: 匝间保护、负序反时限保护和阻抗保护无不正确动作, 异常保护和其他保护的正确动作率在 97%~99% 之间, 而差动保护和接地保护的不正确动作次数较多。以下着重介绍差动保护和接地保护的运行情况。

2.1.1 差动保护运行情况

造成差动保护误动的主要原因有运行维护管理部门的责任、制造部门的责任及其他责任部门(试验部门)责任。下面举例说明。

a. 发电机中性点侧电流互感器(TA)电缆磨损短路, 造成差动保护在区外故障时差动继电器中的差流增大而误动切机。

b. 发电机中性点 TA 二次 B 相端子松动引起大差动保护误动。

c. 发电机差动保护 CPU 插件的数/模转换模块损坏导致差动保护误动跳闸。

d. 发电机出口 TA 接线盒 C 相电缆绝缘皮破损与外壳接地引起发电机差动保护误动跳闸。

e. 发电机差动保护差动速断保护误动, 原因是保护电源模块故障, 引起保护工作电压偏低导致保护工作紊乱。

2.1.2 接地保护运行情况

造成接地保护误动有制造部门责任(制造质量不良、软件问题)和基建部门责任(调试质量不良)。下面举例说明。

a. 发电机转子保护电阻元件连线烧断, 导致转子接地保护误动。

b. 发电机因转子一点接地保护误动掉闸。现场检查发现保护一软件定时器未清零, 造成了保护在特定情况下低定值的无延时出口, 不能保证转子接地保护正确动作。

c. 发电机定子接地保护端子排中的接线有松

动,使跳闸继电器误发信号从而导致保护误动。

从以上列举的事故实例分析中可见差动保护的主要问题有:中性点 TA 的电缆破损、中性点 TA 端子松动、CPU 插件的数/模转换模块损坏、电源模块故障等。接地保护的主要问题有元件连线烧断、中性点 TA 端子松动、软件出错、端子压接不良等。由此可见,发电机保护运行中,需要重视三方面的问题:中性点 TA、端子接触不良和电缆绝缘问题。

2.2 50 Mvar 及以上调相机保护运行情况

2003 年 50 Mvar 及以上调相机保护运行情况良好,没有发生任何异常情况。

2.3 220 kV 及以上变压器保护情况

2003 年 220 kV 及以上变压器保护共动作 206 次,正确动作 157 次,不正确动作 49 次,正确动作率为 76.21%,比 2002 年正确动作率(74.77%)^[6]上升了 1.44 个百分点。

2003 年变压器各类型保护运行中,过励磁保护无不正确动作次数,接地保护的正确动作率在 90% 以上,而纵差保护和瓦斯保护的不正确动作次数较多,以下重点介绍这两种保护的运行情况。

2.3.1 纵差保护运行情况

造成纵差保护误动的主要原因有运行维护管理部门责任(运行维护不良、误操作、误整定和误接线等)、制造部门责任(制造质量不良和原理缺陷)及其他部门责任(非保护检修部门)。下面举例说明。

2.3.1.1 运行维护管理部门的责任

a. 主变差动保护动作三侧开关跳闸,原因是 TA 二次接线松动,电流不能接入差动回路,导致差动保护误动出口。

b. 变压器高压侧 B 相 TA 二次回路中串接的中间变流器的原边线圈开路,且变压器高压侧 B 相 TA 至高压开关端子箱的二次电缆绝缘降低,部分芯线接地,导致差动保护的差流增大,保护误动。

c. 主变零差保护所用 110 kV 套管 TA 引出线至主变本体端子箱端子排接线处绝缘损坏造成 TA 回路接地,区外故障时误动。

d. 主变差动保护误动,三侧开关跳闸,原因是旁路代路时未退主变差动保护,操作过程中造成保护误动。

e. 机组出口 TA 做升流试验时,未退主变差动保护出口压板,致使差动保护误动。

f. 在退出主变差动保护过程中,未将保护跳闸出口全部退出,造成封 TA 时保护误动。

g. 主变差动保护误动跳闸,原因是发现 A 相差动保护 220 kV 小差位置压板松动后在拧紧压板的过程中螺栓脱扣,造成主变差动保护误动跳三侧开关。

h. 在操作过程中漏投纵差 TA 连接片造成主变纵差保护误动跳闸。

i. 因保护定值整定错误,主变差动保护无故障误动。

j. 35 kV 出线发生故障时主变差动保护误动跳三侧开关,原因是差动保护定值控制字中有两项整定不正确,造成了 35 kV 侧线路故障时会产生差流使差动保护误动。

k. 因回路极性接反,主变零序比率差动保护在区外故障时误动。

l. 因 TA 极性接错,变压器差动保护在区外故障时误动。

m. 主变纵差保护误动,全站停电约 1 h,原因是保护接主变纵差 TA 回路时极性接错。

2.3.1.2 制造部门责任

a. 主变保护装置大差动保护无故障误动跳主变三侧开关。原因是电源在长期运行时会出现大幅波动,导致保护误动。

b. 由于主变差动保护控制字内部参数设置与实际运行条件不符,造成外部穿越性故障保护误动。

c. 线路发生 A、B 相接地故障,同时,主变掉闸,差动保护误动。检查发现变压器高压侧有间隙零序电流,而中压侧 TA 二次回路均为 Y 型接线,但装置内部没有对高、中压侧电流进行星角变换,这样,不能消除高压侧的零序电流,造成差动保护二次回路产生零序差流,保护误动。

d. 主变差动保护误动跳闸,原因是装置 CPU 板外围 RAM 芯片在当时环境下出现暂时的可恢复的软性故障,导致装置出口。

e. 主变差动保护误动掉三侧开关,原因是保护装置采集系统的 VFC 板有问题。

f. 主变无故障跳闸,原因是差动保护内部模/数转换采样元件出现故障造成误动作。

g. 主变差动保护误动跳闸,原因是保护程序未能有效抑制采样坏数据,导致不平衡电流达到差动保护启动电流定值保护动作跳闸。

h. 主变差动速断保护区外故障时误动出口跳三侧开关,原因是装置运行不稳定,在外部故障大电流通时抗干扰能力差。

i. 因为保护装置元件损坏,主变差动保护误动出口。

j. 主变差动保护误跳三侧开关,原因是保护装置内部 VFC 插件 AD 654 芯片温度特性出现时好时坏的情况,导致该保护在系统无故障时误动。

k. 主变差动保护误动跳机,原因是主变在送电时,主变差动保护未能躲过和应涌流而误动。

2.3.2 瓦斯保护运行情况

造成瓦斯保护误动有运行维护管理部门责任和其他部门责任。下面举例说明。

a. 因主变瓦斯继电器进水,导致重瓦斯保护动作。

b. 因电缆老化绝缘下降导致主变重瓦斯保护动作三侧开关跳闸。

c. 由于误碰保护端子接点,调压重瓦斯保护误

动使主变跳闸。

d. 主变大修中,因二次部分没有与运行中的设备隔离(有载调压重瓦保护压板未解除),使在对有载调压开关加油时,瓦斯保护误跳开关。

2003年变压器运行中,差动保护的主要问题是:接线松动、线圈开路、电缆绝缘老化、螺栓松脱、漏投TA连接片、保护定值整定错误、TA极性接错、二次回路存在寄生回路、直流逆变电源功率配置不足、控制字参数错误、VFC板故障、模/数转换采样元件损坏、软件故障、元件损坏、芯片特性不良等。可见,变压器纵差保护尤其需要给予重视的问题是:TA回路的问题、误操作问题和装置插件问题。而瓦斯保护的突出问题多为继电器进水、电缆绝缘老化、误碰端子接点等,多次造成保护不正确动作。

2.4 220 kV及以上母线保护运行情况

2003年220 kV及以上母线保护共动作80次,正确动作64次,不正确动作16次(误动11次,拒动5次),正确动作率为80%,比2002年(90%)^[6]下降10个百分点。

2003年母线保护运行中,造成保护不正确动作的原因是多方面的,有运行维护管理的责任(如运行维护不良、误碰、误操作、误接线等),有制造部门的责任(如制造质量不良、原理缺陷等),以及基建部门和其他部门的责任。下面举例说明。

2.4.1 运行维护管理部门责任

a. 开关无事故掉闸,重合后C相再次掉闸,非全相保护动作三跳。原因是母线失灵保护(前苏联产)柜内继电器底座放电碳化,将启动总出口的继电器接点短接,导致开关掉闸。

b. 运行人员在操作合上线路直流正电源时,由于母差保护跳闸出口继电器接线端子垫圈偏大且导线接头拧反,长期运行造成螺丝松动,使端子短接,正电源通过该短路点送至母差保护跳线路端子,启动跳开线路开关。

c. 过流保护在母线充电后忘将充电保护退出,在区外故障时保护误动出口。

d. 开关无事故掉闸,原因是220 kV母差保护改造过程中误将出口跳闸线与正电源短接。

e. 线路A相故障,两侧保护动作切除故障。同时,母线差动保护误动掉闸。原因是在母差保护施工中,将双回线路刀闸辅助接点接错,造成刀闸切换接点与相应TA电流回路不对应,故在线路发生故障时,因双回线故障电流不一致而产生差流,达到母线差动保护定值,保护误动。

f. 母线发生C相接地故障,母差保护有选择动作,除母线上的一条线路的A相开关拒动外,220 kV母联开关和母线所连其他元件全部跳开。原因是三相跳闸继电器A相接点接触不良。

2.4.2 制造部门责任

a. 母线由检修转为运行状态的操作过程中,母

差保护误动,开关跳闸。经检查,母差保护误动原因是装置的逆变电源插件故障,出现5 V电源抖动造成地址锁存器误编码出口。同时,当电源抖动时,母差电压闭锁信号与跳开关的信号同时输出,从而造成开关误跳闸。

b. 母线单相接地故障,母差保护拒动,原因是差动元件的干簧继电器动作性能不稳定所致。

c. 系统无故障情况下,母差保护误动出口,将边开关跳开。原因是该装置内部有软故障,导致逻辑判断错误,造成对失灵保护的误判,导致母差保护误动。

d. 线路操作,对旁母充电2 min后旁母发生A相故障,母线保护误动,全站失压。原因是母差保护内部定义(厂家设定)的旁路代路方式,与实际主接线不符,导致保护内部极性错误,在区外故障时,母差回路中出现差流,引起保护误动。

2.4.3 基建部门责任

a. 母差保护误动,开关跳闸。原因是施工人员在拆除开关保护屏内回路时,因工作不规范造成回路相碰短接,使保护跳开开关。

b. 线路发生单相接地故障,母差保护误动。经检查发现母差保护二次电流回路中的N回路接到空端子,不构成通路,区外故障时造成二次电流不平衡,母差保护误动跳开两段母线所有开关,回路接线错误导致全站失压。

c. 改造工程中,基建人员在停电的保护屏后工作时误碰,导致220 kV母联开关继电器出口,使220 kV母联开关跳闸。

d. 母联兼旁路开关在系统无故障情况下跳闸,原因是基建人员在主变保护屏施工作业时误碰主变保护跳母联兼旁路开关跳线。

e. 检修人员在更换端子箱时,由于对带电的二次回路隔离措施不到位,同时未将接入母线保护的相应电流回路作短接处理,在工作过程中造成TV同期回路与电流回路相碰,引起母差保护误动跳母线上所有元件,甩负荷300 MW。

通过以上实例可见,2003年运行中,母线保护运行主要存在的问题有继电器问题:因继电器问题造成母线保护不正确动作8次之多,占总不正确动作次数50%。具体的问题有线圈断线使常闭接点打不开,底座炭化使接点短接,接线端子垫圈偏大造成螺丝松动使端子短接。另外,还有继电器的制造质量存在的问题,如接点接触不良、干簧继电器动作性能不稳定及过热导致接点严重氧化等。另外,还有误接线、误碰问题:在工作过程中,误短接跳闸线和正电源、接错刀闸接点与相应TA回路、误碰保护造成回路短接或继电器出口回路使开关跳闸。

母线保护动作一次影响很大,牵涉范围广,如2003年就有3次事故造成变电站全停,造成了比较严重的后果。所以希望各部门一定要认真负责做好

工作,严格把关,杜绝事故隐患。

2.5 高压电抗器保护运行情况

近些年来电抗器保护运行情况不够理想,正确动作率偏低,动作次数较少,运行情况不够稳定,希望引起重视。下面对保护不正确动作情况举例说明。

a. 500 kV 高抗集成保护屏匝间保护由于原理性缺陷(补偿阻抗过大,使系统非全相运行时出现零序功率方向元件失去方向)误动出口跳开关,并闭锁本侧两开关的重合闸,同时向对侧发远跳信号造成对侧已重合成功的开关跳三相,并闭锁开关重合闸,本侧两套远跳保护均由于收到对侧的远跳信号误动出口发跳令。

b. 线路 C 相故障。保护动作跳 C 相开关。其中一个开关由于断控单元程序缺陷造成断路器三跳。1 s 后高抗保护零序差动保护误动跳三相,并发远跳令,跳开对侧(软件问题)。

c. 线路发生 A 相瞬时性接地故障,高抗匝间保护误动发远跳令跳开对侧开关。经查发现高抗匝间保护 $3U_0$ 回路极性接反,导致保护误动。

d. 电抗器瓦斯保护,由于运行维护不良致使端子箱进水造成保护误动。

e. 电抗器开关检修工作完毕正常加运 10 min 后,电抗器匝间保护误动。因运行维护不良电抗器二次电缆进油绝缘水平降低所致。

2003 年电抗器保护正确动作率低,造成电抗器保护误动的原因主要有端子接触不良、内部器件损坏、连片使用不当、误接线、误碰误操作、绝缘不良、保护装置原理缺陷等。

3 结论

2003 年运行中,元件保护的平均正确动作率为 90.43 % (包括发电机保护、变压器保护、母线保护、

电抗器保护)。在这里仅有发电机保护正确动作率在 90 % 以上,而变压器保护、母线保护、电抗器保护的正確动作率都小于 90 %。从数据统计中体现出元件保护中有的保护运行水平不够理想,运行情况不够稳定,因此提高运行水平需要科研、设计、制造、基建、运行各有关单位的共同努力,提高工作的责任心,努力减少人为造成的保护不正确动作,提高保护装置质量,消除隐患,确保工作质量,减少损失、保证安全供电。

参考文献

[1] DL/T 624 - 1997,电力系统继电保护及安全自动装置运行评价规程[S].
[2] 周玉兰. 1999 年全国电力系统继电保护及安全自动装置运行情况[R]. 北京:中国电力科学研究院,2000.
[3] 周玉兰. 2000 年全国电力系统继电保护及安全自动装置运行情况[R]. 北京:中国电力科学研究院,2001.
[4] 周玉兰. 2001 年上半年继电保护运行情况统计与分析[J]. 中国电力,2002,35(5): 37 - 39.
ZHOU Yu-lan. Statistics and analysis of operation situation of protective relaying of former half year of 2001 [J]. **Electric Power**, 2002, 35(5): 37 - 39.
[5] 周玉兰. 2001 年全国电力系统继电保护及安全自动装置运行情况[R]. 北京:中国电力科学研究院,2002.
[6] 周玉兰. 2002 年全国电力系统继电保护及安全自动装置运行情况[R]. 北京:中国电力科学研究院,2003.

(责任编辑:李 玲)

作者简介:

詹荣荣(1978 -),女,广西南宁人,工程师,从事电力系统继电保护技术研究(E-mail: zhanrr@epri.ac.cn);

周玉兰(1938 -),女,北京人,高级工程师,从事电力系统继电保护技术研究。

Analysis of 2003 's element protection operation in power grids

ZHAN Rong-rong, ZHOU Yu-lan

(Electric Power Research Institute of China, Beijing 100085, China)

Abstract: The element protection operation all over China's grids in 2003 are introduced, including 100 MW and above generator protection, 50 Mvar and above synchronous condenser protection, 220 kV and above transformer protection, 220 kV and above bus protection and failure protection. With fault examples, protection misoperations are analyzed, and their reasons and responsibilities are pointed out. The information of element protection faults is exchanged, and the experiences and lessons are summarized, which helps to improve the whole operation level of element protections.

Key words: element protection; operation; analysis

《电力自动化设备》喜获国家期刊奖提名奖

本刊讯: 在第三届国家期刊奖的评选中,《电力自动化设备》在全国 4987 种科技期刊中脱颖而出,荣获第三届国家期刊奖提名奖,这是《电力自动化设备》期刊长期坚持正确导向、勇于创新、工作严谨,坚持理论与实践相结合,坚持面向科研、面向生产实践的结果,也是广大作者和读者长期以来对本刊关心和支持的结果。本刊将继续坚持正确的办刊方向,勇于开拓,面向读者,将期刊办成有一定科研深度、为广大读者所喜爱的高质量的科技期刊。