

2007 年国家电网公司继电保护装置运行情况

沈晓凡¹, 舒治淮², 刘宇², 吕鹏飞², 赵凯超¹

(1. 中国电力科学研究院, 北京市 海淀区 100192; 2. 国家电力调度通信中心, 北京市 西城区 100031)

Operation Situation of Protective Relays of State Grid Corporation of China in 2007

SHEN Xiao-fan¹, SHU Zhi-huai², LIU Yu², LÜ Peng-fei², ZHAO Kai-chao¹

(1. China Electric Power Research Institute, Haidian District, Beijing 100192, China;

2. National Power Dispatching & Communication Centre, Xicheng District, Beijing 100031, China)

ABSTRACT: The operation situation of protective relays of the State Grid Corporation of China in the year of 2007 is presented. The statistics and analysis of operation situation of primary equipments in 220 kV and above power systems, including main protections of transmission lines, transformer protections, busbar protections, fault recorder and generator protections for 100MW and above generation units as well as the statistics of faults occurred in these equipments are given. Statistic results show that except busbar protections for 330 kV power systems, the correct action rates of all the other protective relays are improved and achieve the highest level in recent five years. The reasons leading to incorrect actions of protective relays are analyzed, and it is pointed out that the main responsibility for incorrect actions of protective relays lies in irrational design of protective circuit wiring, and the secondary responsibility lies in the design departments, capital construction departments and others such as communication department and so on.

KEY WORDS: power system; protective relays; busbar protection; transformer protection; transmission line protection; generator protection

摘要: 介绍了 2007 年国家电网公司继电保护装置的运行情况, 包括 220 kV 及以上系统一次设备的运行及故障情况, 220 kV 及以上线路保护、变压器保护、母线保护和故障录波器、100MW 及以上发电机保护等的运行情况。统计结果表明, 2007 年除 330 kV 交流系统继电保护装置正确动作率有所下降外, 其余各类继电保护装置的正确动作率均有所上升, 为近 5 年来的最高水平。文章还分析了造成保护不正确动作的原因, 指出保护回路接线设计不合理占主要责任, 其次是设计部门、基建及其他方面(通信等部门)的责任。

关键词: 电力系统; 继电保护装置; 母线保护; 变压器保护; 线路保护; 发电机保护

1 2007 年国家电网公司交直流系统继电保护装置运行概况

2007 年国家电网公司交流系统全部继电保护装置共动作 291 979 次, 正确动作率为 99.98%, 比 2006 年提高了 0.02 个百分点; 直流系统继电保护装置共动作 414 次, 正确动作率为 100.0%, 比 2006 年提高了 0.91 个百分点。2003—2007 年国家电网公司继电保护运行情况^[1-4]见表 1 和图 1。

表 1 2003—2007 年国家电网公司继电保护运行情况
Tab. 1 Operation statistics of protective relays in the State Grid Corporation from 2003 to 2007

统计项目		2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
交流系统 全部装置	总动作次数	260 971	273 258	295 693	294 318	291 979
	正确动作次数	260 665	272 958	295 505	294 212	291 912
	正确动作率/%	99.88	99.89	99.94	99.96	99.98
220 kV 及 以上交流 系统	总动作次数	17 107	21 208	25 614	26 757	25 359
	正确动作次数	16 937	21 033	25 519	26 717	25 329
	正确动作率/%	99.01	99.17	99.62	99.85	99.88
500 kV 交流系统	总动作次数	2 172	3 144	4 343	5 012	4 815
	正确动作次数	2 145	3 102	4 317	5 000	4 806
	正确动作率/%	98.76	98.66	99.40	99.76	99.81
330 kV 交流系统	总动作次数	718	935	974	1 801	1 334
	正确动作次数	710	925	964	1 799	1 327
	正确动作率/%	98.89	98.93	98.97	99.89	99.48
220 kV 交流系统	总动作次数	14 217	17 129	20 297	19 944	19 210
	正确动作次数	14 082	17 006	20 238	19 918	19 196
	正确动作率/%	99.05	99.28	99.71	99.87	99.93
交流系统 元件保护	总动作次数	799	873	897	689	674
	正确动作次数	729	799	861	666	663
	正确动作率/%	91.23	91.52	95.98	96.66	98.37
交流系统 故障 录波器	应评价次数	4 636	5 095	6 432	8 504	8 146
	录波完好次数	4 602	5 056	6 413	8 488	8 141
	录波完好率/%	99.26	99.23	99.70	99.81	99.94
直流 系统保护	总动作次数	50	57	154	331	414
	正确动作次数	44	56	148	328	414
	正确动作率/%	88.00	98.25	96.10	99.09	100.0

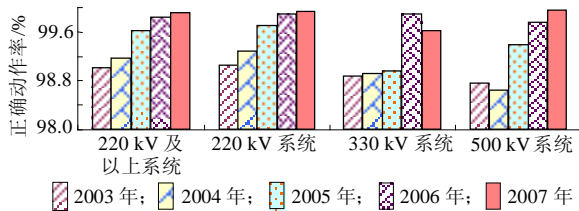


图1 2003—2007年国家电网220 kV及以上系统继电保护运行情况

Fig. 1 Operation statistics of protective relays in 220 kV and above power systems from 2003 to 2007

2 220 kV及以上系统一次设备故障简况

2.1 线路故障情况

2007年,国家电网公司500 kV线路共发生328次故障,其中91.46%为单相接地故障,其他分别为两相短路接地、两相短路和发展性故障;330 kV线路共发生104次故障,其中96.15%为单相接地故障,其他分别为两相短路接地和发展性故障;220 kV线路共发生1546次故障,其中88.75%为单相接地故障,其他分别为两相短路、两相短路接地、三相短路、发展性故障、同杆并架双回线跨线故障、断线及接地故障和断线及高阻接地故障。

2.2 母线故障情况

2007年,国家电网公司500 kV母线共发生5次单相接地故障;330 kV母线发生6次故障,其中5次为单相接地故障,另一次为两条母线同时故障;220 kV母线共发生48次故障,其中44次为单相接地故障,另外有2次两相短路、1次两相短路接地和1次发展性故障。

2.3 变压器故障情况

2007年,国家电网公司500 kV变压器共发生4次本体故障、1次外部故障。在本体故障中匝间故障3次,套管故障1次;330 kV变压器共发生3次本体故障和3次外部故障。在本体故障中,匝间故障、套管故障以及相间接地故障各1次;220 kV变压器共发生18次本体故障和21次外部故障。在本体故障中,匝间故障和套管故障各5次,分接开关故障4次,相间接地故障3次,铁心故障1次。

2.4 发电机故障情况

2007年,国家电网公司100 MW及以上发电机共发生22次本体故障、84次异常故障和7次外部故障。在本体故障中,相间故障8次,定子接地故障7次,铁芯故障5次,内部引线故障2次。

2.5 直流输电系统故障情况

2007年,国家电网公司所辖直流输电系统共发

生直流输电线路故障45次,交流滤波器电容器损坏故障24次,直流滤波器故障9次,换流变二次侧套管故障1次,极母线区域故障1次。

3 220 kV及以上交流线路保护运行情况

2007年,国家电网公司220 kV及以上交流线路主保护共动作24685次,正确动作24666次,误动17次,拒动2次,正确动作率为99.92%,与2006年相比下降了0.01个百分点。其中纵联保护、距离保护、零序保护、重合闸保护及断路器失灵保护正确动作率分别为99.95%、99.88%、100.0%、100.0%和85.00%。线路保护不正确动作原因统计见表2。

表2 220 kV及以上交流线路保护不正确动作原因统计

责任者分类	不正确动作原因	不正确动作次数		
		220 kV	330 kV	500 kV
运行部门	运行维护不良	1		1
设计部门	回路接线设计不合理	7		
制造部门	制造质量不良	1		1
	软件错误	2	1	
基建部门	误碰			1
其他	通信部门			4

4 元件保护运行情况

4.1 概述

表3为2007年220 kV及以上电网发电机保护、变压器保护、母线保护及高压电抗器保护的動作情况。可以看出,2007年国家电网公司220 kV及以上电网元件保护正确动作率为98.37%,比2006年上升了1.71个百分点。表中发电机保护指100 MW及以上发电机的继电保护装置。2003—2007年220 kV及以上电网元件保护正确动作率曲线见图2。

表3 2007年220 kV及以上电网元件保护动作情况
Tab. 3 Action statistics of component protective relays for 220 kV and above power systems in 2007

统计项目	发电机保护	变压器保护	母线保护	高压电抗器保护	合计
动作总次数	380	171	122	1	674
正确动作次数	379	165	118	1	663
不正确 误动	1	5	4	0	10
动作次数 拒动	0	1	0	0	1
正确动作率/%	99.74	96.49	96.72	100.0	98.37

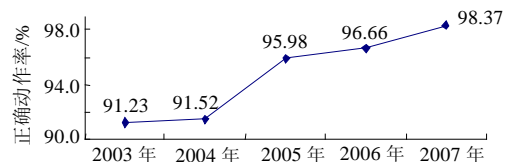


图2 2003—2007年元件保护正确动作率曲线
Fig. 2 Correct action percentage of component protective relays from 2003 to 2007

4.2 220 kV 及以上变压器保护运行情况

2003—2007年220 kV及以上变压器保护运行情况见表4,可见2007年保护正确动作率比2006年上升了2.3个百分点。造成变压器保护不正确动作的原因有制造部门责任(制造质量不良1次、图纸移交不全2次)、运行维护不良(1次)、基建部门误碰(1次)和其他部门的责任(1次)等。

表4 2003—2007年220 kV及以上系统
变压器保护动作情况

Tab. 4 Actions of protective relays for transformers in 220 kV and above power systems from 2003 to 2007

项目	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
动作总次数	150	200	178	172	171
正确动作次数	109	158	155	162	165
不正确 误动	41	41	22	10	5
动作次数 拒动	0	1	1	0	1
正确动作率/%	72.67	79.00	87.08	94.19	96.49

4.3 母线保护运行情况

2007年,母线保护共动作122次,正确动作118次,误动4次。2003—2007年220 kV及以上系统母线保护运行情况见表5。2007年造成母线保护不正确动作的原因有基建部门责任(误碰2次、调试质量不良1次)和制造部门的责任(原理缺陷1次)。

表5 2003—2007年220 kV及以上母线保护运行情况

Tab. 5 Operation statistics of busbar protective relays for 220 kV and above busbars from 2003 to 2007

项目	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
动作总次数	49	90	120	112	122
正确动作次数	41	77	114	102	118
不正确 误动	4	12	5	8	4
动作次数 拒动	4	1	1	2	0
正确动作率/%	83.67	85.56	95.00	91.07	96.72

4.4 100 MW 及以上发电机保护运行情况

2007年100 MW及以上发电机保护(含发电机变压器组)共动作380次,正确动作379次。2003—2007年发电机保护动作情况见表6。

表6 2003—2007年100 MW及以上发电机保护动作情况

Tab. 6 Operation statistics of protective relays for 100 MW and above generators from 2003 to 2007

项目	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
动作总次数	591	574	585	371	380
正确动作次数	574	563	581	371	379
不正确 误动	17	11	4	0	1
动作次数 拒动	0	0	0	0	0
正确动作率/%	97.12	98.08	99.32	100.0	99.74

5 保护不正确动作原因分析

5.1 保护回路接线设计不合理

2007年,国家电网公司220 kV及以上系统保

护装置不正确动作(共7次)的主要原因为回路接线设计不合理。近几年来,设计部门的设计质量不断提高,因设计原因引发的继电保护不正确动作次数不断下降。但是,电网的快速发展对设计部门提出了更高的要求,而设计单位在前阶段的成绩面前放松了警惕,导致2007年出现了大量因保护回路接线设计错误而引发的保护装置不正确动作事件。

2007年保护回路接线设计错误主要有:①站内直流电源设计不合理,当直流系统发生故障时直流小开关越级跳闸导致线路保护电压互感器切换屏失去直流;②断路器失灵保护判别回路未经保护出口跳闸接点,仅由电流元件和时间继电器接点串联起动;③保护跳闸出口接至另一断路器等。

5.2 制造部门原因

制造部门责任一直是保护装置不正确动作的主要原因之一。2007年由于制造部门责任共造成国家电网公司220 kV及以上系统继电保护装置不正确动作9次,其原因分别为:制造质量不良3次、软件错误3次、图纸资料移交不全2次以及原理缺陷1次。造成制造质量不良的主要因素为元器件故障,软件编写错误也是一个重要因素。

5.3 基建施工误碰

2007年,国家电网公司220 kV及以上系统由于基建施工人员的误碰引起的保护装置不正确动作有4次,简介如下:

(1)送变电试验班在某断路器A相机构箱处进行电流互感器伏安特性试验时,电流端子排固定端与可动连片间发生放电,引起母差保护误动作。

(2)某变电站基建施工人员误将工频交流接入直流系统,持续时间长达10s,在交变的干扰电压作用下母差失灵保护的失灵开入重动继电器动作,跳开I、II母线侧全部断路器。该变电站仅留一条线路经第二串中间断路器带一台主变运行,带全站负荷。

(3)送变电建设人员在处理某变电站主变A相油温在监控后台显示不正确的有问题时,错误地使用万用表电阻档短接4#主变重瓦斯跳闸回路,造成主变跳闸。

5.4 通信通道问题

2007年,国家电网公司220 kV及以上系统由于通信通道问题引起的保护装置不正确动作为4次,简介如下:

(1)某线路A相发生故障,由于线路阻波器调谐元件损坏及通信载波机工作频率过高等原因,

第二套纵联距离保护(与通信部门复用载波通道)主保护拒动。

(2) 在相邻线路启动过程中, 某变电站内一台光纤通道传输设备出现故障, 通道产生长时间信号劣化和误码, 站内两条线路的分相电流差动保护连续收到紊乱的通信数据, 最终导致线路跳闸。线路跳闸期间, 监控后台频繁发出其他线路的第二套分相电流差动保护光纤通道故障动作、复归信号以及保护被闭锁信号。

5.5 110kV 及以下系统保护不正确动作简析

2007年, 国家电网公司110kV及以下系统保护装置保护共发生不正确动作37次, 其中40.54%为运行部门继电保护人员责任, 制造部门责任占37.84%。在运行人员责任中, 运行维护不良占1/2以上; 在制造部门责任中, 制造质量不良则占大部分。由此可见, 对于110kV及以下低压系统, 提高继电保护正确动作率的关键一方面是提高基层继电保护运行维护人员的专业素质和技术水平, 加强技术培训, 另一方面在设备选购上要坚持质量为本的原则, 把好选购设备质量关。

6 结语

2007年, 国家电网公司220kV及以上系统保护装置不正确动作原因中, 制造部门责任占30%, 设计部门责任占23.33%, 基建部门责任占16.67%, 通信部门原因占13.33%, 运行部门人员责任占13.33%。因此, 要减少继电保护装置的不正确动作次数, 必须按照精细化管理和标准化建设的要求, 进一步加强继电保护工作的全过程管理, 才能充分发挥继电保护对电网安全稳定运行的保障作用。

参考文献

- [1] 周玉兰, 王玉玲, 赵曼勇. 2004年全国电网继电保护与安全自动装置运行情况[J]. 电网技术, 2005, 29(16): 42-48.
Zhou Yulan, Wang Yuling, Zhao Manyong. Statistics of operation situation of protective relays and automation devices of power systems in China in 2004[J]. Power System Technology, 2005, 29(16): 42-48(in Chinese).
- [2] 周玉兰. 2004年全国电网元件保护运行情况分析[J]. 中国电力, 2006, 39(5): 23-26.
Zhou Yulan. Operating statistics and analysis of element protection for power system in 2004[J]. Electric Power, 2006, 39(5): 23-26(in Chinese).
- [3] 屈靖, 郭剑波. “九五”期间我国电网事故统计分析[J]. 电网技术, 2004, 28(21): 61-62.
Qu Jing, Guo Jianbo. Statistics and analysis of faults in main domestic power systems from 1996 to 2000[J]. Power System Technology, 2004, 28(21): 61-62(in Chinese).
- [4] 沈晓凡, 舒治淮, 吕鹏飞, 等. 2006年国家电网公司继电保护装置运行情况[J]. 电网技术, 2008, 32(3): 18-21.
Shen Xiaofan, Shu Zhihuai, Lü Pengfei, et al. Operation situation of protective relays of State Grid Corporation of China in 2006[J]. Power System Technology, 2008, 32(3): 18-21(in Chinese).

收稿日期: 2008-07-07。

作者简介:

沈晓凡(1957—), 男, 高级工程师, 从事电力系统自动化和继电保护领域的研究工作, E-mail:

xfshen@epri.ac.cn;

舒治淮(1964—), 男, 高级工程师, 从事电力系统自动化和继电保护领域的管理工作;

刘宇(1979—), 男, 工程师, 从事电力系统自动化和继电保护领域的管理工作;

沈晓凡

舒治淮

刘宇

吕鹏飞

赵凯超

赵凯超

(编辑 李兰欣)

(上接第4页 continued from page 4)

- [10] 王晓瑜. 雷电屏蔽性能的模拟试验和分析模型的研[J]. 高电压技术, 1994, 20(2): 48-53.
Wang Xiaoyu. Simulation test and analysis model of lightning shielding[J]. High Voltage Engineering, 1994, 20(2): 48-53(in Chinese).
- [11] 钱冠军, 王晓瑜, 汪雁. 雷电屏蔽模拟理论与试验技术的研究[J]. 高电压技术, 1998, 24(2): 26-28.
Qian Guanjun, Wang Xiaoyu, Wang Yan. The lightning shielding simulation theory and test technology[J]. High Voltage Engineering, 1998, 24(2): 26-28(in Chinese).
- [12] Transmission and Distribution Committee of the IEEE Power Engineering Society. IEEE guide for improving the lightning performance of transmission lines[M]. New York: The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 1997.
- [13] 蓝磊, 邓维, 黄文武, 等. 平原地区500kV输电线路雷电屏蔽性能的模型试验研究[J]. 电网技术, 2006, 30(9): 72-76.

Lan Lei, Deng Wei, Huang Wenwu et al. Small scale model experimental study on lightning shielding performance of 500 kV transmission lines in plain area[J]. Power System Technology, 2006, 30(9): 72-76(in Chinese).

王羽

收稿日期: 2007-11-15。

作者简介:

王羽(1983—), 男, 博士研究生, 主要从事电力系统防雷与接地方面的研究工作, E-mail: wu_20002@163.com;

文习山(1962—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事电力系统防雷与接地、绝缘检测、纳米新技术等研究工作;

胡京(1982—), 男, 博士研究生, 主要从事电力系统防雷与接地方面的研究工作。

(编辑 杜宁)