

# 一种有效防止因直流系统异常导致断路器误动的新方法

钱建国, 裘愉涛

(浙江电力调度通信中心, 浙江 杭州 310007)

**摘要:** 直流系统异常导致断路器无故障跳闸的事故在电力系统中屡见不鲜, 对目前采用的常规方法进行了对比分析, 提出在保护动作后驱动继电器的一对常开、常闭可双向切换的触点, 利用常闭触点并联的方式闭锁跳闸继电器, 可以有效防止因直流系统异常导致断路器误动事故, 不影响原有回路的动作可靠性, 同时也不增加任何的附加时延。通过对实际应用进行分析, 指出本方法的适用范围, 对继电保护跳闸回路的改造具有指导意义。

**关键词:** 直流系统; 干扰; 断路器误动

## A new way to eliminate circuit breaker misoperation because of the fault in DC system

QIAN Jian-guo, QIU Yu-tao

(Zhejiang Power Dispatch & Communication Center, Hangzhou 310007, China)

**Abstract:** DC system is a very important equipment in substation. It's very common that circuit breaker misoperation because of the fault in DC system. And it's very difficult to eliminate this phenomenon. The paper introduces some general methods to deal with it, and offers a new way to eliminate the affection of the fault in DC system. Using an electric shock parallel to normally closed latching trip relays can effectively prevent abnormal DC system circuit breaker malfunction caused by the accident. Through the analysis of practical application, this paper points out that the scope of application of this method. It has some steering meaning for relay protection trip circuit modification.

**Key words:** DC system; interference; circuit breaker misoperation

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)22-0174-04

## 0 引言

直流系统是变电所二次系统中最为重要的公用设备之一, 断路器操作、保护动作、远动信号等等各方面均需要涉及到直流系统。由于直流系统几乎遍布变电所的所有角落, 且部分地方运行环境比较恶劣, 直流系统接地、交流电源串入直流系统等异常情况时有发生。当直流系统发生异常时, 极有可能引起出口继电器的误动作导致断路器无故障跳闸, 如何有效消除直流系统异常造成的影响一直是困扰二次工作人员的难题。

## 1 事故案例

某 500 kV 变电所 220 kV #1 母联、副母分段开关无故障跳闸。事故后检查发现: 监控系统存在以下信号: “#1 充电机绝缘故障”, “#1 充电机屏系统故障”; 操作箱上信号表明 #1 母联、副母分段开关均为第一组跳闸线圈动作; 进一步检查发现, 某电缆正电源 (第一组直流电源) 芯线外皮破裂与屏

蔽层绝缘不良。检查变电所其它设备后未发现异常, 调用故障录波图 (见图 1) 后发现, 故障时录波器部分光耦有周期性导通现象, 而这些光耦所对应的录波信号实际上在故障时均没有动作。根据以上情况, 我们认为事故原因是因为事故当时直流系统有异常发生, 而 #1 母联、副母分段间隔存在主变联跳的长电缆, 跳闸重动继电器无法躲过干扰而导致断路器跳闸。

直流系统异常引起的断路器无故障跳闸在系统中非常普遍, 特别是在发电厂中, 由于网控室与集控室距离远、电缆长、电容电流大, 因直流系统异常引起的误动作事故更多, 由此导致机组解列、小系统瓦解的事故也是时有发生, 有效消除直流系统异常造成的不利影响已经刻不容缓。

## 2 常规采用的抗干扰方法

分相跳闸回路由于电缆短、中间环节少受到直流系统异常的干扰很少; 而三相跳闸回路特别是联跳回路, 由于距离远、电缆长、中间环节较多受直

流系统异常的干扰非常大。直流系统异常引起的干扰一直受到继电保护专业的重视, 继电保护反措、规程及技术原则中均有针对性的要求和办法, 从实

际应用情况来看, 这些方法各有优点, 也各有不足之处。常规的抗干扰方法主要有以下几种:

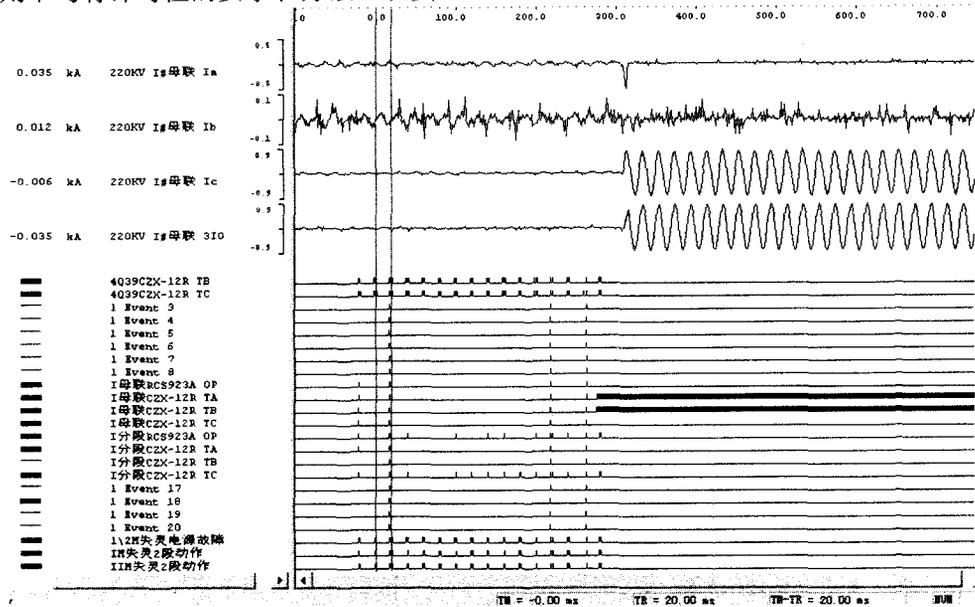


图1 故障录波图

Fig.1 Graph of fault recorder

### 1) 使用大功率重动继电器

无论是继电保护反措、规程, 还是国网公司最近下发的继电保护典型设计中均有提及使用大功率重动继电器, 一般要求重动继电器启动功率不小于 5 W, 动作电压在 55%~70% 额定直流电压。采用大功率重动继电器是目前在防止直流系统异常干扰中最为常用的方法, 但是此方法需要解决继电器动作后在保持状态下的散热问题, 目前各厂家主要是在回路上采取措施, 使得继电器的启动功率与继电器动作后的保持功率(动作后功率远小于启动功率)不一致。采用大功率重动继电器对直流系统一点接地引起的干扰效果比较明显, 但不能有效防止直流系统两点接地(包括误碰)、交流电源串入直流系统(特别是直流额定电压为 110 V)时引起的干扰。

### 2) 设置延时

继电保护反措、规程中也提到使用延时来防止干扰, 如“继电器不要求快速动作”、“在保护装置内设置 50 ms 的延时”、“继电器在直流额定电压下的动作时间为 10~35 ms”等。设置延时对直流系统一点接地、交流电源串入直流系统引起的干扰效果比较明显, 但是当真正有系统故障发生时, 将延缓故障切除时间, 不利于系统与设备安全。

### 3) 使用光缆作为传输通道

对于特别长的联跳回路, 可以使用光缆作为通

道传输跳闸信号, 两侧保护装置的收、发跳闸命令均经过光电转换器进行转换, 此方法可以有效防止直流系统一点接地、交流电源串入直流系统引起的干扰。但是, 由于此方法需要在收、发跳闸命令的两侧增设光电转换器, 光电转换器的运行状况往往很难得到有效监视, 其可靠性将影响系统故障时的动作可靠性。

### 4) 设置电气量判据

可以在保护装置中设置电气量判据, 与相关开关量开入一起以“与”逻辑的方式进行跳闸。目前使用较多的电气量判据以电流元件为主, 考虑到灵敏度的要求, 电流元件的动作值一般较小, 在正常负荷电流下即有可能动作, 因此在运行中发生直流系统异常时往往不能起到闭锁作用, 仅能够在检修时的起防止误碰的作用。

### 5) 采用双光耦开入方式

可以在微机保护装置中设置双光耦“与”门开入的方法来防止外来干扰。但是由于双光耦的工作电源于同一直流电源中, 当直流系统发生异常时, 两个光耦往往会同时动作而不能有效防止干扰, 双光耦开入方式能有效防止保护装置单一硬件损坏引起的误动作。

目前, 在实际的工程应用中往往同时采用以上方法中的某几种, 但是从实际运行情况来看, 效果

并不理想。

### 3 防止直流系统异常的新方法

笔者提出了一种新的方法来消除直流系统异常而引起的干扰，具体如下：

目前保护动作后均驱动继电器一付常开触点去启动重动继电器出口跳闸或直接出口跳闸，新方法中考虑在保护动作后驱动继电器的一对常开、常闭可双向切换的触点，其中常开触点用于启动跳闸重动继电器，而常闭触点则并联于跳闸继电器动作线圈两端，以常闭触点来防止直流系统异常引起的各类干扰。如图 2 所示。

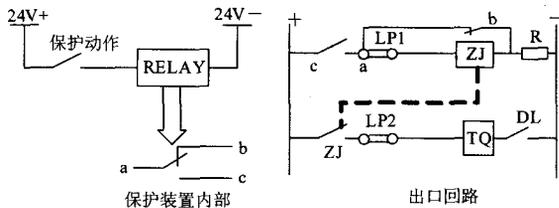


图 2 新方法回路示意图

Fig.2 Schematic diagram of new method circuit

图 2 中在出口回路中串接于重动继电器和负电源之间的电阻 R 是为了防止 c-a 触点击穿而引起电源短路而设置的，其电阻值及容量需要合理选择：其电阻值既要能防止直流短路，还要与出口继电器电阻值相匹配以确保出口继电器能可靠动作；其容量应该能够长时间承受在额定电压下自身所产生的热量。另外，为了能够在 c-a 触点击穿时进行报警，可以在回路中采取其他附加措施（如并联信号继电器）。

本方法在消除直流系统异常而引起的干扰上具有以下优点：

1) 由于在出口继电器上并联了常闭触点，在正常运行时能有效的防止因直流一点接地、两点接地、交流电源串入直流系统等引起的干扰，即使发生 c-a 触点击穿或因人员误碰导致 c-a 导通也不会导致跳闸重动继电器误动。

2) 目前保护装置均采用逆变电源，经过逆变电源隔离后，对于外部直流系统的异常情况具有很高的抗干扰性能。保护装置内的继电器其操作电源正是采用了装置内部经逆变后产生的 24 V 电源，只要保护装置本身软、硬件不发生异常，出口继电器不动作，跳闸重动继电器就不会动作。

3) 采用继电器常开、常闭双向切换动作的触点，而非单独的两付常开、常闭触点，与常规的单常开触点相比，并不附加额外的触点，继电器触点的动

作可靠性没有降低；同时也没有增加动作回路的中间环节，也就没有降低整个回路的动作可靠性，也不会增加任何的动作延时。

4) 对跳闸重动继电器的启动功率没有特殊要求，无需考虑重动继电器启动、保持功率不一致的问题。

### 4 实际应用探讨

与常规的单触点出口方式相比，此方法采用了可切换的双触点，因此需要对现有的继电保护装置的内部继电器及其输出触点进行改动，即需将目前仅输出一付常开触点的继电器改为输出常开、常闭可切换触点的继电器。另外实际应用时需要从回路中多引接一根线，即在继电器与电阻 R 之间需有一个引接线。

由于本方法使用了常开、常闭切换的双触点回路，与常规的方法相比会增加一些回路：当有多个不同外部回路来跳同一断路器时，常规方法只需要一个重动继电器即能满足需要，而使用本方法后则每个回路均需要设置一个重动继电器。

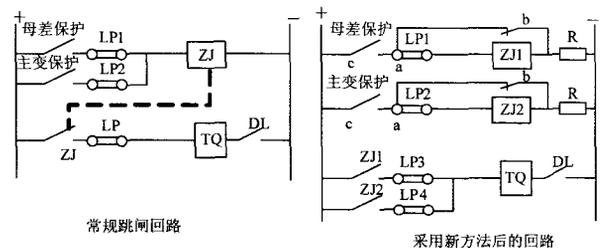


图 3 跳闸回路接线示意图

Fig.3 Schematic diagram of tirp circuit connection

由于目前已经运行的保护装置均为常开触点，没有提供常闭触点，若难以改动运行装置内部，可以对重要的、易受干扰的回路（如经长电缆跳闸）加装重动继电器，采用重动继电器的常开、常闭触点来实现。

本方法的实际应用范围非常广泛：

1) 用于长电缆联跳回路（如发电机保护联跳主变开关、主变保护联跳母联开关等）时，可以有效的防止长电缆电容充放电引起的干扰。长电缆回路的电容充放电干扰引起的断路器误跳闸是电力系统中最为常见的误动作之一，使用本方法可以有效防止此类干扰，其前提是保护装置需要输出一对可切换触点，同时对相关二次回路进行相应的改动。

2) 此方法也可以用于非电量保护中，只需非电量继电器（如瓦斯继电器、压力释放继电器）提供一对常开、常闭可切换的触点。由于非电量继电器

的工作环境比较恶劣, 电力系统中因非电量继电器触点绝缘不良导致非电量保护误动作的事故非常普遍, 采用此方法后可以有效的防止此类事故的发生, 提高供电可靠性。

3) 此方法对于国网公司最新发布标准化设计规范中所要求的变压器断路器失灵保护动作后联跳变压器各侧断路器功能的实现上也有改善之处: 失灵保护动作的可切换触点可以各自引入每套变压器保护中, 经主变保护出口跳闸, 此时变压器保护中无需额外增加延时; 失灵保护动作的可切换触点也可以引入非电量保护中, 经非电量继电器重动后跳闸, 此重动继电器无需使用大功率继电器也无需外加延时。

## 5 结论

综上所述, 本方法能有效的防止直流系统各类干扰造成的影响, 不会影响原有回路的动作可靠性, 同时也不增加任何的附加时延, 非常适合应用于直流系统抗干扰要求较高的回路中。

### 参考文献

[1] GB/T14285-2006, 继电保护和安全自动装置技术规程

[S].

GB/T14285-2006, Technical Code for Relaying Protection and Security Automatic Equipment[S].

[2] 国家电网公司十八项电网重大反事故措施(试行)[Z]. Important Eighteen Anti-accident Measurement for the State Grid Corporation of China[Z].

[3] 电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点[Z].

Anti-accident Measurement Technical Code for Relaying Protection and Security Automatic Equipment[Z].

[4] Q/GDW175-2008, 变压器、高压并联电抗器和母线保护及辅助装置标准化设计规范[S].

Q/GDW175-2008, Standardization Design Specification for Power Transformer, High Voltage Shunt Reactor, Bus-bar Protection and Auxiliary Equipments[S].

收稿日期: 2009-09-27; 修回日期: 2009-10-20

作者简介:

钱建国(1976-), 男, 工程师, 从事继电保护设备运行和管理工作; E-mail: qjq41132@163.com

袁愉涛(1967-), 男, 高级工程师, 从事继电保护设备运行和管理工作。

(上接第 162 页 continued from page 162)

高压侧二次电流  $I_{2HA}=I_{2HB}=I_{2HC}=12.33/120=0.103$  A, 低压侧二次电流  $I_{2LA}=I_{2LB}=I_{2LC}=258.5/800=0.3231$  A。若二次回路接线正确, 此时主变保护装置采样值应为:

高压侧二次电流  $I_{2HA}=I_{2HB}=I_{2HC}=0.103$  A, 低压侧二次电流  $I_{2LA}=I_{2LB}=I_{2LC}=0.3225$  A, 差流:

$$I_{CD} = I_{2HA} \times K_{PH} - I_{2LA} \times K_{LM} =$$

$$0.103 \times 0.5573 - 0.3231 \times 0.1837 = -0.0019 \text{ A}$$

否则其二次回路接线错误, 需要重新检查。

## 5 结束语

通过本起事故, 笔者研究出了套管 CT 及主变差动保护极性校验方法, 起到了“亡羊补牢”的作用。我们应该经常总结实际工作中遇到的难题, 集思

广益想出科学的解决办法。坚决杜绝在工作中因试验方法不当或缺乏试验方法而出现误检验或漏检验现象的发生。

### 参考文献

[1] PST1200 数字式变压器保护装置说明书, 国电南京自动化股份有限公司[Z]. 2002.

收稿日期: 2009-03-26; 修回日期: 2009-05-14

作者简介:

吴建辉(1976-), 男, 中级职称, 长期从事继电保护研究工作; E-mail: wujianhui2009126@126.com

郑新才(1962-), 男, 高级职称, 长期从事继电保护研究工作;

高世伟(1981-), 男, 初级职称, 从事继电保护研究工作。