

一起失灵保护误动的原因分析

欧素敏

(海南电力调度通信中心, 海南 海口 570204)

摘要: 海南电网一起平常的 220 kV 线路发生故障, 线路保护正确动作切除故障, 并且重合成功, 但同时 220 kV 失灵保护误动跳 220 kV 母联开关, 引起事故扩大。经过对该起事故动作行为的分析以及对 220 kV 断路器失灵保护的逻辑框图进行深入研究, 找出问题所在, 提出了保护装置选型是否正确对电网的安全稳定运行是非常重要的。

关键词: 线路故障; 失灵保护; 逻辑框图

A false action analysis of breaker failure protection

OU Su-min

(Hainan Electric Power Dispatching Center, Haikou 570204, China)

Abstract: A common line accident of 220kV happened in Hainan Power Grid, the protective action was correct and auto-reclose was successful, but breaker failure cut bus coupler, which spreaded the accident. Through analysing the logic fig, this paper finds out the problems, and points out that choosing the protected device correctly is very important.

Key words: line accident; failure protection; logic fig

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)08-0096-03

0 引言

根据海南电网近三年的事故统计分析, 在电网事故中, 线路发生故障率高达 90% 以上, 而线路故障中的瞬时性故障约占线路故障的 80%~90% 左右。因此, 线路发生瞬时性故障时能快速、正确地切除对保证电网安全是至关重要的。海南电网发生一起单相接地瞬时性故障, 保护正确动作将故障切除, 重合闸动作, 重合成功, 线路重新恢复正常运行。同时, 线路一侧的断路器失灵保护误动将该侧的 220 kV 母联开关跳开, 造成事故。本文将对该起事故进行分析, 找出问题所在, 提出了在设计当中设备保护选型的重要性和谨慎性。

1 事故简况

2007 年 10 月 5 日 11 时 52 分, 海南电网的 220 kV 洛鹅 I 线发生瞬时性 A 相接地故障, 线路两侧保护动作跳开两侧 A 相开关将故障切除, 两侧重合闸以单重方式重合成功, 线路恢复正常运行。同时, 220 kV 洛鹅 I 线鹅毛岭侧的断路器失灵保护动作后将本站的 220 kV 母联开关也切除了, 造成事故。

1.1 事故前运行接线

事故发生前, 220 kV 洛基站和 220 kV 鹅毛岭站的 220 kV 双母均并列运行, 即 220 kV 母联开关均处于合闸位置。

1.2 线路保护配置情况

220 kV 洛鹅 I 线两侧的保护配置: 纵联距离零序保护 RCS-902B 型、光纤分相电流差动保护 931B 型, 而断路器失灵保护起动装置洛基侧配了 RCS-923A 型, 鹅毛岭侧配了 RCS-921A 型, 生产厂家: 南瑞继保公司。

220 kV 洛基站和鹅毛岭站的 220 kV 母联均没配置保护。220 kV 母差保护配置: 220 kV 洛基站为许继 WMH-800 型, 两套; 220 kV 鹅毛岭站为国电南自 WMZ-41B 型, 两套。母差保护内含断路器失灵保护。

1.3 线路保护动作分析情况

220 kV 洛鹅 I 线两侧保护动作, 其中鹅毛岭侧的断路器失灵保护同时动作, 切除本站 220 kV 母联开关, 重合闸动作成功。线路保护动作的具体情况如下:

洛基侧。故障时 A 相故障电流为 3 308 A, 零序电流为 3 201A。RCS-902B 保护装置的纵联距离保护、纵联零序方向保护 74 ms 动作, RCS-931B 保

护装置的电流差动保护 42 ms 动作，出口跳洛鹅 I 线 A 相开关；故障 68 ms 切除，重合闸 1 095 ms 动作，A 相重合成功；故障测距 19.46 km。故障波形见图 1。

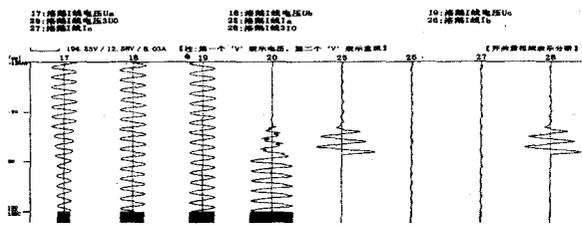


图 1 洛基侧故障录波图

Fig.1 Fault recorder diagram in Luoji substation

鹅毛岭侧。故障时 A 相故障电流为 687 A，零序电流为 625 A。RCS-902B 保护装置的纵联零序方向保护 43 ms 动作，RCS-931B 保护装置的电流差动保护 13 ms 动作，出口跳洛鹅 I 线 A 相开关；故障 68 ms 切除，重合闸 1 088 ms 动作，A 相重合成功；故障测距 32.05 km；故障波形见图 2。

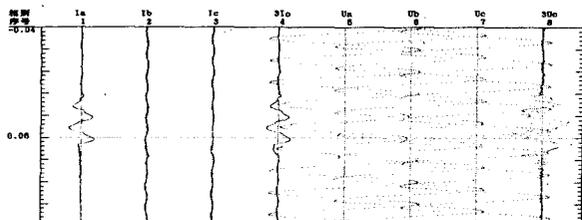


图 2 鹅毛岭侧故障录波图

Fig. 2 Fault recorder diagram in Emaoling substation

RCS-921A 断路器失灵保护 36 ms 动作，经 250 ms 后，220 kV WMZ-41B 母差保护出口跳 220 kV 母联开关。故障波形见图 3。

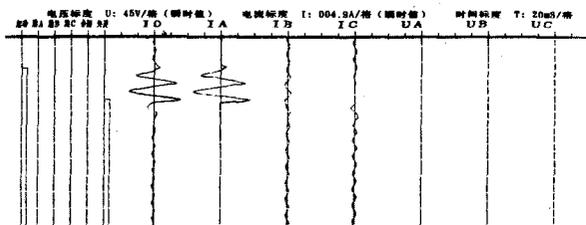


图 3 鹅毛岭侧断路器失灵保护故障录波图

Fig. 3 Fault recorder of breaker failure diagram in Emaoling substation

从故障录波图和保护动作行为分析，可以判断，220 kV 洛鹅 I 线发生瞬时性故障时，线路两侧的保护和重合闸动作逻辑都是正确的，线路也立即恢复正常运行状态。唯一疑惑的是，为何线路恢复正常运行后鹅侧的断路器失灵保护启动装置动作仍继续

去启动母差失灵保护跳母联开关，而洛基侧的断路器失灵保护动作逻辑却是正确的？

2 分析 RCS-921A 型与 RCS-923A 型断路器失灵保护的区别

综观整个事故，洛侧配置的 RCS-923A 断路器失灵保护不出现误动情况，而鹅侧配置的 RCS-921A 断路器失灵保护却出现误动？现在，我们接着分析这两种型号的断路器失灵保护的区别。

从装置说明书中可知，RCS-921A 型为断路器失灵保护及自动重合闸装置，适用于 220 kV 及以上各种电压等级的 3/2 接线与角形接线的断路器。而该种接线的断路器失灵保护是按断路器为单元设置，该保护装置能提供起动远方跳闸发信装置，远跳线路对侧开关，同时具有一次自动重合闸功能^[1]。

而 RCS-923A 型是断路器失灵起动及辅助保护装置^[2]，该保护与母差保护配合使用，不具备自动重合闸、起动远跳等功能。其起动原则是：按相将保护动作触点和电流判别动作触点串联，去启动失灵保护，当保护动作触点和电流判别动作触点任一条件返回（或任一条件不满足时），失灵启动回路立即返回（或不能启动）。

3 RCS-921A 断路器失灵保护误动的原因分析

3.1 先分析 RCS-921A 型说明书中原有的断路器失灵保护逻辑框图

见原逻辑框图 4^[1]，结合线路故障的录波图及保护整定，可见，“A 相跳闸开入”和“A 相失灵高电流动作（整定：120 A）”同时满足后，经过第一个“与”门，再经过第一个“或”门，在零序电流（580 A）也同时满足的情况下，经过第二个“与”门，最后经过第二个“或”门，“或”门后启动两个回路，一回路是跳本断路器，但这个功能在本电网中不用，我们将之整定为 9 s（相当于退出）；另一个回路经一个短延时（整定：10 ms）后跳相邻断路器（实际接线是去启动 220 kV 母差失灵保护）。故障发生 85 ms 后，线路保护动作将 A 相开关跳开，“A 相跳闸开入”返回，鹅侧开关并没有拒动，此时，按照图 5 中的逻辑，启动 220 kV 母差失灵保护的这个回路会马上返回，失灵保护是不会出现误动的可能。

3.2 寻找问题

从线路发生故障后，线路保护正确动作这一整个过程来看，只有当 RCS921A 断路器失灵保护在故障 A 相开关跳开后不立即返回，才有可能继续去启动 220 kV 母差失灵保护而误跳 220 kV 母联开关的。

因此，从问题的关键：921A 断路器失灵保护为

什么在 A 相开关跳开后不返回？从故障录波图 3 上看，这个回路启动后一直保持了至少 350 ms 以上仍然没有返回。因此，我们怀疑，该实际的动作逻辑并非如图 4 所示，其是否隐含着经过一个三相均无流才返回的自保持回路？经过与厂家的深入沟通，证实了此种猜想。

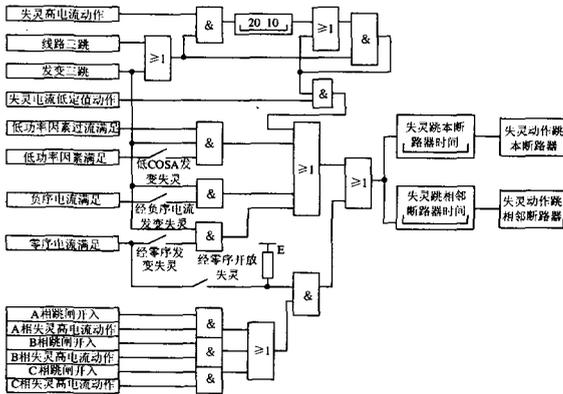


图 4 断路器失灵保护的逻辑框图
Fig.4 Logic of breaker failure protection

由于隐含了这一自保持回路，造成了 220 kV 洛鹅 I 线发生瞬时性 A 相故障，当故障 A 相跳开，B、C 两健全相仍然有 60 A 左右的负荷电流时，失灵信号便一直保持。220 kV 鹅毛岭站的 220 kV 母差保护在收到本侧 RCS-921A 断路器失灵保护送来的失灵信号后，经负序电压开放，250 ms 后将 220 kV 母联切除（母差保护中整定：0.25 s 跳 220 kV 母联）。母差保护将母联开关切除后，负序电压元件返回，闭锁失灵保护出口，才没有继续产生将 220 kV 洛鹅 I 线所在的 I 母上其余各开关切除的严重后果。因此，完整的逻辑框图应见图 5（虚线框为增加的部分）。

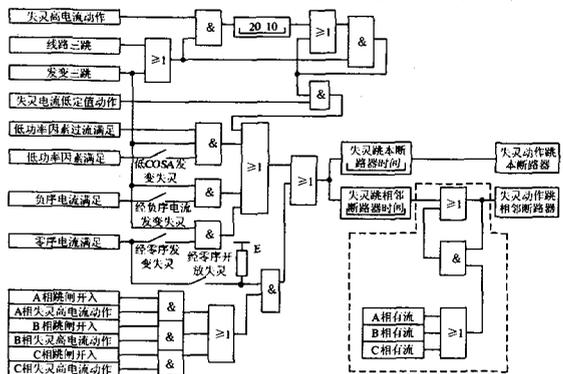


图 5 断路器失灵保护修改后的逻辑框图
Fig.5 Modified logic of breaker failure protection

4 事故发生的情况分析

(1) 随着电网网架的不断变化、扩张，设计给

220 kV 洛基站增加了 220 kV 母差保护的同时，线路保护装置也进行了调换、搬迁等，使得 220 kV 洛鹅 I 线鹅毛岭侧使用了 RCS-921A 型断路器失灵保护启动装置。就以上的情况分析，RCS-921A 型是不能当成 RCS-923A 型使用的。因此，告诫我们在设计中对于设备选型要考虑得充分、周全、谨慎，否则往往会导致事故的发生。

(2) 对于 RCS-921A 型和 RCS-923A 的断路器失灵保护装置，其内部工作原理大不相同，不可混用。前者是失灵保护及自动重合闸装置，动作后用于直接跳相关断路器，三相均无流才返回（实际上保护装置增加的这一回路，既无框图也无文字说明）；后者是失灵启动及辅助保护装置，一般与母差保护配合，动作后去起动机差保护，可以分相返回。因此，220 kV 洛鹅 I 线鹅毛岭侧配置 RCS-921A 断路器失灵启动保护装置是不恰当的。

5 整改措施

(1) 事故发生后，经过分析研究，我们考虑到 RCS-921A 保护装置不可能立即更换或者更改程序，因此临时将 220 kV 洛鹅 I 线鹅毛岭侧保护装置中的“失灵相邻开关时间”由原设定的“0.01 s”改为“0.25 s”，目的是当该线路发生故障时，让其躲过保护动作跳开故障相后，保护动作触点返回的时间，此时，失灵启动回路便不会启动。

(2) 将使用了 RCS-921A 断路器失灵保护装置的更换成 RCS-923A 断路器失灵启动保护装置，本系统共有两条线路的两套保护需要更换。

(3) 不更换保护装置，修改程序，将 RCS-921A 断路器失灵保护装置改造成具备分相返回的失灵启动保护装置。该方法须与厂家协商、沟通，耗时太长。

考虑到更稳妥、安全、可靠的方法是第（2）条。

6 结束语

通过对该起事故和保护装置的分析，可见设计和使用者在设备选型和产品的适用范围需要进行深入了解的重要性。在发生该起事故的 16 天后，该线路再次发生了瞬间性故障，此时，线路两侧保护和重合闸均正确动作，线路恢复正常运行，说明临时采取的措施是正确有效的。到今年的三月，本系统中 RCS-921A 断路器失灵保护装置都已更换成 RCS-923A 断路器失灵启动保护装置，消除了电网中的安全隐患。

(下转第 101 页 continued on page 101)

不能动作,造成开关“防跳”性能失效引起。由于生产技术的改进,现在 220 kV 及以上电压等级开关中,使用弹簧操作机构越来越多,其显著特点就是

动作时间越来越快,因此,有必要对“防跳”回路采取措施,否则,开关动合辅助触点断开动作时间与“防跳”继电器动作时间失配的问题将越来越多。

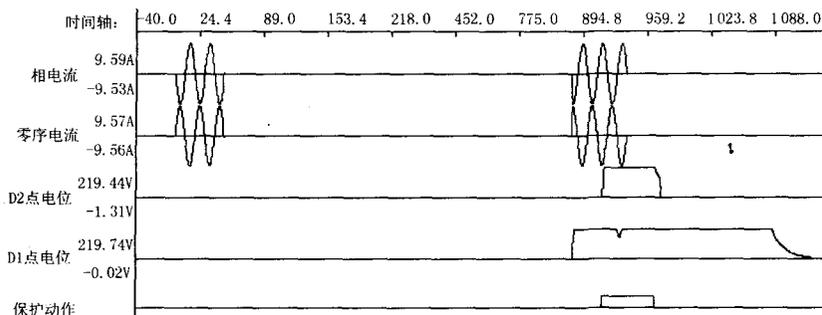


图 4 “防跳”回路不起作用时的录波图

Fig.4 Recording diagram when anti-jump circuit is ineffective

2 现场采取的防范措施

针对以上情况,现场采取了以下防范措施:

(1) 将重合闸脉冲保持时间缩短至 50 ms,这样当系统发生永久性故障,开关重合后未再次跳闸前,重合闸脉冲已消失,防止了因为重合闸脉冲时间过长而引起的开关“跳跃”。

(2) 通过改变防跳继电器的有关参数,提高防跳继电器的动作时间,防止了因防跳继电器动作时间与开关动作时间失配引起的开关“跳跃”。

3 结论

这是一起由于开关动合辅助触点断开时间与“防跳”继电器动作时间失配导致开关“防跳”性能失效而引起开关“跳跃”的故障。当开关发生“跳跃”后,由于跳闸脉冲已返回,设备的电气量保护无法使开关再次动作跳闸。此时,只能依靠开关本身的三相不一致保护或电气量的三相不一致保护动作,使开关跳闸。目前运行中的部分开关本身未配置三相不一致保护,只能依靠电气量的三相不

一致保护,由于电气量的三相不一致保护有零序或负序电流启动元件,当线路功率较小时,零序或负序电流元件不能达到启动值,将导致系统较长时间的非全相运行。

现场对不同厂家的保护操作箱“防跳”回路进行了检查,目前大多数厂家保护操作箱“防跳”回路均按 TJ 触点→1TBJI 线圈→1TBJI 触点启动 TBJU 线圈→TBJU 触点动作断开合闸回路设计。由于现在生产的开关基本上都采用弹簧操作机构,开关跳闸时间会越来越快,即便采用上述的防范措施,仍有可能发生开关“跳跃”的现象。因此,需要对操作箱“防跳”回路进行重新设计,当 1TBJ 继电器动作后就断开合闸回路,即在图 2 中的 TBJU 触点前或 TBJU 触点后接入 1TBJ 的常闭触点,从而大大缩短“防跳”继电器的动作时间。

收稿日期:2008-05-26; 修回日期:2008-06-21

作者简介:

余耀权(1974-),男,硕士,工程师,从事继电保护技术管理工作。E-mail:yuyaoquan@126.com

南京南瑞继保电气有限公司,2004.

(上接第 98 页 continued from page 98)

参考文献

- [1] RCS-921A 断路器失灵保护及自动重合闸装置[Z].南京:南京南瑞继保电气有限公司,2003.
- [2] RCS-923A 断路器失灵启动及辅助保护装置[Z].南京:

收稿日期:2008-05-30; 修回日期:2008-06-17

作者简介:

欧素敏(1973-),女,工程师,主要从事继电保护整定计算工作。E-mail:ousumin@163.com