

CSL101 线路保护误动作分析

黄 巍

(福建省电力调度通信中心,福建 福州 350003)

摘要: 针对母线电压回路故障而引起两条 220kV 线路跳闸的原因进行分析,对采用距离元件的静稳破坏判据和保护程序流程的不妥之处提出了相应对策。

关键词: 电压回路故障; 线路保护; 动作分析

中图分类号: TM773 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2001)08-0054-03

CSL101 系列保护在 1998 年底进入福建电网,目前已有 10 余套在 220kV 主网运行,与目前系统中已投运的第一代(01 型)和第二代微机保护(11 型)相比,101 系列保护在软硬件设计、工艺制造等方面都有突破性的改进,使装置的可靠性和抗干扰水平、通讯能力、测量精度、维护调试等各个方面都上了一个新台阶,在投产的一年多时间里,经受了区内外故障的考验。在 2000 年 8 月 1 日,我省的 220kV 主网的涵石 路涵江侧两套 CSL101B 保护由于母线电压回路的故障,先后动作跳闸,使我省的 220kV 环网解开,由于当时不处于负荷高峰期,没有造成系统事故。据现场运行人员反映,母线电压引入回路的 GWJ 继电器的触点不停抖动,现将本起事故详细分析如下,供同行批评指正。

220kV 涵江变为双母线带旁母接线,涵石 线挂在 母上,涵石 线挂在 母线上,2000 年 8 月 1 日 22 时 7 分 19 秒,当时涵石 线带负荷 260MVA,每回线二次电流约为 1.4A,涵石 路的 101B 距离保护插件启动,保护打印报告为:

```
TIME 22 07 19
0 JLBCZQD
```

对于 101 系列保护,高频、距离和零序保护插件均采用了以下的启动元件:

主启动元件 一相电流差突变量启动元件。

辅助启动元件(本元件动作要带 150ms 延时):包括零序电流辅助启动元件(I_0)、过电流元件(仅装于 A 相)、阻抗元件(仅装设于 BC 相间),他们的动作判据为:

```
零序电流辅助启动元件  $I_0 > I_{04}$ 
过电流元件  $I_A > I_{TW}$ 
阻抗元件  $Z_{BC}$  位于阻抗最末
段范围内。
```

其中过电流元件和阻抗元件均为静稳破坏的监

测元件,两个监测元件形成或门出口于系统稳定破坏;由零序电流辅助启动元件或监测出系统稳定破坏,程序都将转入震荡闭锁模块。

从保护录波图上看,在整个事故跳闸期间该线路电流大小变化不大,没有零序电流出现,但 母母线电压反复波动,本插件的电流变化量启动值整定为 $I_{QD} = 1A$,没有达到定值,因此距离保护插件是由辅助启动元件中的静稳破坏监测元件动作启动的;在保护启动时母线电压 $|U_A|$ 、 $|U_B|$ 、 $|U_C|$ 均小于 8V,且任一相电流均大于 0.2A,满足 PT 断线的三相失压判据,但在 83 个采样点(138ms)后,ABC 三相电压又增加到 57V 的有效值,由于 138ms 的延时不够,故三相失压判据没有成立,这样周而复始,三相电压下降为接近 0V,又升高到 57V 的有效值,但 PT 三相断线的延时判据均未到,距离保护进入震荡闭锁程序,该系列保护在距离保护的震荡闭锁模块中临时投入了 0.5s 的距离 段、1s 的距离 段及常规的距离 段,由于母线电压反复波动,但电流很小,距离保护测量元件或没有动作(如保护启动 150ms 内投入的距离 段)或动作延时没有达到定值,故距离保护插件没有跳闸。

22 时 7 分 43 秒,涵石 路的 101B 高频保护插件启动并跳闸出口,保护打印报告为:

```
TIME 22 07 43
0 GBBCZQD
19999 GBJLTX
19999 GB JLCK 相当于 22 时 8 分 16 秒,
保护跳闸出口。
```

从保护启动此时的录波图上看,该线路电流大小没有变化,本插件的电流变化量启动值整定为 $I_{QD} = 1A$,没有达到定值,因此高频保护插件也是由静稳破坏监测元件动作启动的;在高频插件启动后,满足了装置三取二功能,开放跳闸出口回路,由于在高

频保护启动时,对侧 101 保护的收发信机同时被远方启动,但对侧 101 保护的高频测量元件不会动作,故在远方启信的 10s 周期内始终发出闭锁信号闭锁本侧高频保护,所以本侧 101 保护在 50ms 内没有跳闸出口,高频程序即进入震荡闭锁逻辑。101 系列保护在高频保护的震荡闭锁模块中设置了高频零序方向和高频负序方向保护,用于保护在震荡中发生的所有不对称故障,另在 BC 相上设有一个专用于保护三相短路的方向阻抗元件,在保护启动 150ms 内满足简单的测量元件和通道条件即可跳闸,在保护启动 150ms 后采用了模糊控制概念,能可靠区分震荡和短路,该方向阻抗元件的动作区为阻抗高频停讯元件。该元件的动作条件为:

- 零序及负序电流均小于门坎值。
- 具有三相对称故障的发生、发展特征。
- 特征之后 t 时间内 R 很小且基本不变。
- $U_{BC} >$ 门坎值(记忆 40ms) + 阻抗正方向。
- 测量阻抗值在方向阻抗元件动作区内。
- 确认满足通道条件。

以上满足 5 个条件即可停讯,6 个条件都满足即可出口跳闸。

从保护打印报告的电流和电压值上,可计算出在母线电压最低时,保护测量的阻抗在距离段(高频停讯段)的范围内,但电压波动大致以 130ms 左右为周期,因此本测量元件不断动作又返回,待对侧保护的收发信机完成一个远方启信周期而停讯后,本元件即动作跳闸。

在涵石路 253 开关跳闸后,负荷电流全部通过涵石路 254 开关,对应 22 时 8 分 19 秒,该线路上 CSL-101B 高频、距离、零序保护的电流突变量 $I_{QD} = 1A$ 启动,满足了装置三取二功能,开放跳闸出口回路,此时退出 PT 断线判据,保护经延时后,在 22 时 8 分 51 秒跳闸,保护打印报告为:

```

TIME 22 08 19
0      GBQD
12067  GBILTX
12560  GBILTX
13103  GBILTX
19115  GBILTX
    
```

```

19138  GBILCK
TIME 22 08 19
CJZK  X=3.56  R=14.43  BC
CJ    L=96.00  BC
    
```

从以上打印报告上可看出,在保护启动时,阻抗元件测量值在高频停讯元件之外(整定值 $X_{DZ} = 2.5$, $R_{DZ} = 5.4$) 高频保护进入震荡闭锁逻辑,随着电压的波动及对侧保护的收发信机完成一个远方启信周期而停讯后,测量值落入高频停讯元件内,保护跳闸出口。

据事故后检查发现,引入的母线电压不停抖动的原因是 母母线 PT 在开关站就地端子箱的电缆存在交直流混用现象, 母母线 PT 隔离刀闸的电气闭锁回路(220V 交流)和 PT 隔离刀闸辅助触点 IG 的信号电缆(220V 直流)共用一条 15 芯电缆,在电缆接头处,该电缆内有数条小电缆的外皮已烧损,互相碰线,致使交流电压串入 PT 隔离刀闸辅助触点的信号电缆内,使 母电压引入回路的 GWJ 继电器无法正常工作,不停抖动,使 母电压引入保护内的电压不正常,致使涵石路保护误动跳闸,而 母线的 GWJ 继电器公用一路 $\pm KM$ 直流电源,交流电压串入后,致使 母电压引入回路的 GWJ 继电器也不停抖动,使涵石路保护跳闸。

母线电压互感器交直流回路简图如图 1 所示。

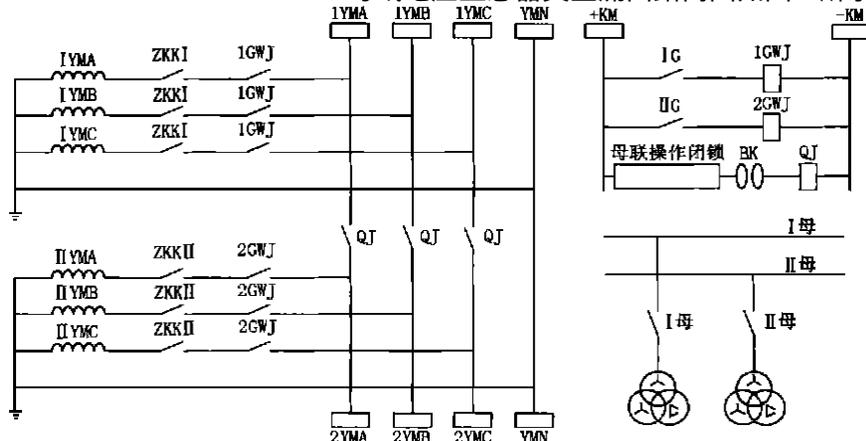


图 1 母线电压互感器交直流回路简图(略去无关的电压回路)

本次事故,暴露了以下问题:

《电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点》的 8.4 条明确规定:动力线、电热线等强电线路不得与二次弱电回路共用电缆。经过多年整治,仍遗留一些死角,本次事故的根源就在于交直流混用电缆造成的。

在本次事故中,从故障录波上看,线路电流均

没有大的变化,正常带25%的额定电流,在跳开一回线后,线路带上了50%的额定电流,仅是电压不停地波动,不存在静稳破坏,但在此过程中101保护的高频、距离保护插件采用的静稳破坏启动元件依次动作,说明该元件在原理上有缺陷(保护采用距离元件作为启动元件,其合理性值得商榷)。笔者认为单纯依靠距离段元件是无法判断系统是故障还是震荡或是电压回路存在问题,必须附加一个电流判据,该电流的大小可由用户整定,必须大于线路正常最大负荷电流,在两个判据同时满足时,启动保护进入震荡闭锁逻辑;反之若电流判据不满足,保护不启动,程序顺序监测PT断线及其他自检逻辑。

监测元件和启动元件采用同一距离继电器,定值基本相同(监测元件采用高频距离停讯元件,启动元件采用距离段),基本上只要启动元件动作,保护即跳闸出口,缺少必要的闭锁措施。当时采用电流启动原理的涵石线另一套LFP902A保护及挂在母线上中涵路的WXB-11保护均没有误动出口。

在本次电压波动过程中,PT断线为何没有闭锁保护,下面针对101系列保护的PT断线判据进行探讨。

101系列保护的PT断线设有以下两个主要判据,两种判据均带延时,且仅在线路正常运行时,启动元件不启动的情况下投入,一旦启动元件动作,PT断线监测立即停止,等待整组复归后才恢复。

a) 三相电流之和不为零,用于监测一相或两相断线,判据是: $|U_A + U_B + U_C| > 7V$,延时150ms确认。

b) 三相失压的监测,判据是: $|U_A|$ 、 $|U_B|$ 、 $|U_C|$ 均小于8V,且任一相电流均大于0.04倍的额定电流,或电流不大于0.04倍的额定电流,但断路器在合位,经延时150ms确认后,满足PT断线的三相失压判据。

装置监测到PT断线后,驱动告警继电器发出本地及中央告警信号,但不切断CPU的+24V电源,在PT断线的情况下距离保护退出工作,装置将继续监视PT电压,一旦电压恢复正常,距离保护将自动重新投入运行。

本次事故开始时静稳破坏的启动元件阻抗段在电压波动时满足条件,延时150ms动作;随着电压的降低,电压及电流的有效值满足三相失压的判据,但延时150ms不到电压又恢复正常;另外从101保护装置的静稳循环自检程序的流程上是顺序执行PT断线监测、静稳破坏监测,因此在PT断线条件后于静稳破坏监测条件满足时,保护启动后就不执行PT断线监测,即使PT断线条件以后再满足也无法闭锁距离元件和距离元件了,直到整组复归后才恢复PT断线监测功能。而本次事故的录波图上看,由于GWJ继电器的触点不停抖动造成母线电压的有效值不停在波动,不像电压回路的开关跳开后,其电压是很快降为0V,因此PT三相断线条件后于静稳破坏监测条件满足;即使两者的测量元件同时满足,由于两者延时相同,也存在触点竞争的问题,程序设计者需要重新考虑其合理性。经过与保护厂家的技术人员共同探讨和研究,将101保护装置的静稳循环自检程序的流程顺序进行修改:在静稳破坏监测条件满足时,再重新监测PT断线的条件是否满足(此时的PT断线判据及延时要考虑系统最长的震荡周期,以避免在系统震荡时,该判据成立而误闭锁保护),这样可以确保PT断线条件后于静稳破坏监测条件满足时可靠闭锁距离元件。经过试验论证后,CSL101保护3.2版本后的静稳循环自检程序均按照本流程顺序进行。

收稿日期: 2000-10-24

作者简介: 黄巍(1969-),男,硕士,工程师,现从事电力系统整定计算和运行管理工作。

The analysis about the maloperation of CSL101 line protection

HUANG Wei

(Power Dispatch & Communication Centre of Fujian Province, Fuzhou 350003, China)

Abstract: In this paper, by analyzing the trip of two 220kV transmission lines caused by a simple fault in 220kV bus alternating voltage circuit, the countermeasure to the fault causes is proposed.

Key words: voltage circuit fault; line protection; operation analysis