

几例 WXB-11 型微机保护转换性故障误动分析

白铮, 田伟, 肖荣国

(黑龙江省电力调度局, 黑龙江 哈尔滨 150000)

摘要: 文章对黑龙江省 220kV 电网近几年 WXB-11 型微机高频保护在系统发生转换性故障时发生误动进行了分析, 说明了误动的原因, 并提出了解决的方法。

关键词: 转换性故障; 误动

中图分类号: TM771

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2000)05-0047-04

1 前言

自 1993 年以来, WXB-11 型微机保护逐渐成为黑龙江省 220kV 电网线路主力保护, 总体来说, WXB-11 型微机保护运行情况良好, 1992 年~1996 年发生过几起微机高频保护区外正方向故障误动, 但都查清了是收发讯机的原因。但 1997 年、1998 年连续两年 WXB-11 型微机高频保护在系统发生转换性故障时误动, 当时没有查清原因, 误动原因不明, 1999 年 4 月 11 号三西甲线 WXB-11 型微机高频保护又发生了类似的误动, 这次终于查清了误动原因。

2 近几年黑龙江省 220kV 电网几例微机高频保护转换性故障误动简述

2.1 1999 年 4 月 11 日三西甲线 WXB-11 型微机高频保护误动

1999 年 4 月 11 日 15 时 02 分, 哈乐线发生转换性故障, 先是 A 相接地, 100ms 哈乐线两侧保护跳开两侧 A 相开关, 600ms 哈乐线又发生 B 相接地故障, 两侧保护在 700ms 跳开两侧的另外两相开关, 此时系统故障已经消失, 但 1436ms 哈三厂侧三西甲线 B 相的 WXB-11 型微机高频保护误动, 跳开 B 相开关, 1854ms 重合闸动作, B 相开关重合后又跳开。

三西甲线哈三厂侧微机保护打印报告:

```
CPU1 10  GB1TX  I0 = 9.38 AN
      376  GB1TX  I0 = 10.25 AN
      807  GB1CK
```

录波图见图 1。

2.2 1998 年 4 月 10 日牡尚乙线和尚东乙线 WXB-11 型微机高频保护误动

1998 年 4 月 10 日 1 时 37 分, 牡局 110kV 碾变母线发生转换性故障, 先是 B 相接地, 280ms 转换为两相接地故障, 560ms 牡北变 110kV 北碾线二相切除故障, 1065ms 220kV 牡尚乙线尚志变侧 B 相和 220kV 尚东乙线哈东变侧 B 相 WXB-11 型微机高频保护误动, 均跳开 C 相开关, 3320ms 重合后又跳开。

牡尚乙线尚志变侧 B 相微机保护总打印报告:

```
1065ms  GB1CK
1118ms  T1QDCH
1579ms  CHCK
```

尚东乙线哈东变侧 B 相微机保护总打印报告:

```
1065ms  GB1CK
1118ms  T1QDCH
2580ms  CHCK
```

2.3 1997 年 7 月 22 日热西线 WXB-11 型微机高频保护误动

1997 年 7 月 22 日 23 时 57 分, 二西甲线发生转

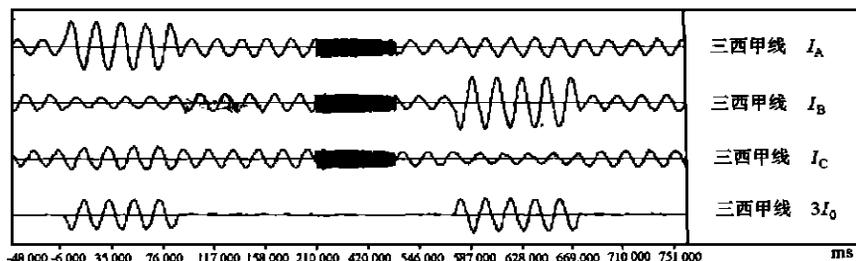


图 1 三西甲线故障哈三厂侧录波器图

换性故障, 先是 B 相接地故障, 700ms 后转换为 A 相故障, 二西甲线二相跳闸不重合, 1442ms 热西线哈西侧 B 相的 WXB-11 型微机高频保护误动, C 相跳闸, 重合后又跳开。

热西线哈西侧微机保护打印报告:

```
1442ms  GB1CK
1500ms  T1QDCH
2080ms  CHCK
```

这几次误动时都具备以下几个特征：

- 1) 保护感受转换性故障,转换时间大于 120ms。
- 2) 保护误动出口时系统故障早已消失。
- 3) 在转换性故障时保护感受的阻抗没有进入高频保护停讯阻抗方向四边形内即整定阻抗二段范围内。
- 4) 保护误动出口时间一般在故障后 1000ms ~ 1500ms 之间,即在程序 DXP0 循环中出口。
- 5) 保护后一直保持,虽然重合闸动作,但开关重合不成功。

3 WXB-11 型微机高频保护软件存在的问题

4月27日~5月3日,在制造厂我们和厂家人员共同对 WXB-11 型微机高频保护软件进行了数字仿真试验和程序调试分析,发现软件存在以下问题:在对转换性故障处理的程序——DXP0 中,程序开始时将寄存器 A 中存放的选相结果压入堆栈,但在结束该子程序时,本应该从堆栈中出栈,但实际上却没有,占用了堆栈的有效容量,在系统发生转换性故障时尽管几率很小但有可能造成堆栈溢出,使程序走乱导致保护误动,具体有问题的框图部分(闭锁式高频保护)如下:

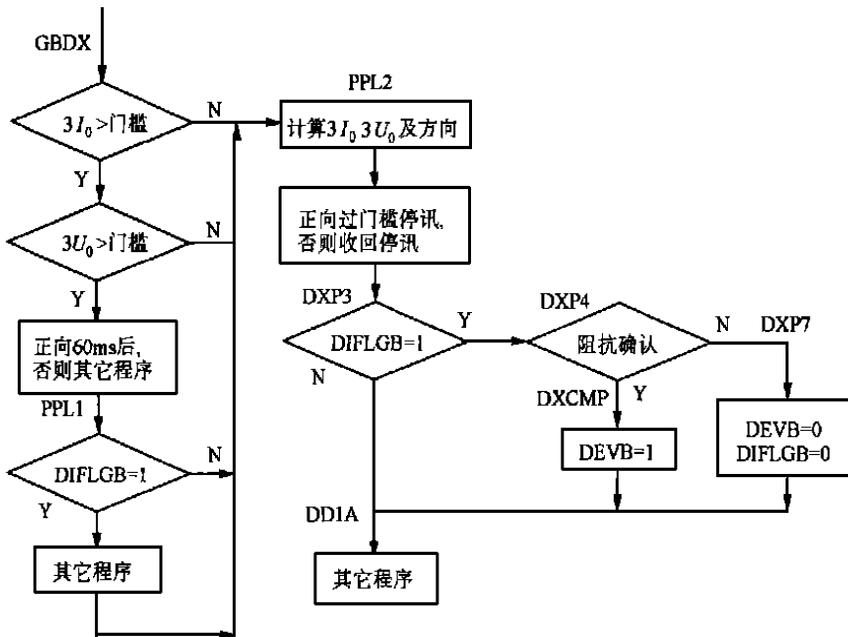


图 2 WXB-11 微机闭锁高频保护原理框图

程序段如下：

```
DXP3: JB DIFLGB, DXP4
      LJM DD1A
```

```
DXP4: MOV B, # 03H
      LCALL NSS
      MOV R0, LONG
      MOV A, # 01H
      MOVX @R0, A
      MOV R0, HIGH
      CLR A
      MOVX @R0, A
      MOV R0, FTPFG
      MOVX A, @R0
      PUSH ACC
      DEC R0
      MOVX A, @R0
      PUSH ACC
      LCALL ZHZX3
      LCALL SUBRX
      LCALL GPYQNW
      JNB PQNWB, DXP5
      LJMP DXCMP
```

```
DXP5: LCALL ZHZX3
      LCALL SUBRX
      LCALL GPYQNW
```

```
JNB PQNWB, DXP6
      LJMP DXCMP
DXP6: LCALL DXZX1
      LCALL DXZX2
      LCALL SUBRX
      LCALL GPYQNW
      JNB PQNWB, DXP7
DXCMP: SEIB DEVB
      MOV R0, FTPFG
      DEC R0
      POP ACC
      MOVX @R0, A
      INC R0
      POP ACC
      MOVX @R0, A
      SJMP DD1A
DXP7: CLR DEVB
```

```
      CLR DIFLGB
      LCALL DXZX3
```

```
      LCALL ZHZX3
```

```
DD1A: MOV DPTR, # 0007H
      MOVX A, @DPTR
```

```
ANL A, # 07H
CNE A, # 05H, DDD9
SMP DD1C
```

单相故障开始, 11 程序进入 GBDX 部分, 检测 $3I_0$ 、 $3U_0$ 大小是否达到停讯门槛(其中 $3I_0$, 黑龙江省一般整定为 $1.5A$, $3U_0$ 固定值 $1V$), 若其中之一小于停讯门槛, 到程序 PHL2 部分; 若二者全部大于整定, 且正向, 则 TX, 检测收发讯机的 SXB, 对方无闭锁信号, 进入正常跳闸程序; 有闭锁信号, 60ms 后, 到程序 PHL1 部分。PHL1 后, 进行阻抗确认, 到 PHL2。PHL2 部分, 计算 $3I_0$ 、 $3U_0$ 大小及方向, 正向停讯, 反向发讯, 判别 $DIFLB = 1$ 否, 若 $DIFLB = 0$ 程序跳转到 DD1A; 否则到 DXP4, 由于是转换性故障, 对监视两健全相相电流差的突变量元件 $D I_2$ 计算后 $DIFLB$ 置 1, 此时程序进行阻抗确认, 若在停讯范围内, 程序转到 DXCMP, DEVB 置 1, 不在停讯范围内程序走到 DXP7, 在这几次误动事故中, 转换性故障中保护感受的阻抗没有进入高频保护停讯阻抗方向四边形内即整定阻抗二段范围内, 程序走到 DXP7, 程序在 DXP7 中有两个小的漏洞, 那就是在 DXP4 中本已经压栈的 $DIFCB$, 在 DXP7 中忘记了出栈。

11 程序设置的堆栈从 52H 到 7FH 共 45 个字节, 以上程序段的子程序嵌套深度为 4 层, 举例如下:

```
PHL2: .....
      LCALL I0T
      .....
      LCALL T0T1
      .....
      LCALL CKF
      .....
      LCALL KAIF
      .....
      RET
      RET
      RET
      RET
```

在 PHL2 程序执行 LCALL KAIF 时将有 8 个字节压入堆栈, 若此时串口中断, 则共需压栈 12 个字节, 若同时中断采样程序来中断后, 又有 5 个字节压栈, 中断程序中的子程序嵌套为 5 层, 此部分最多占用字节为 15 个。

综上, 在最不利的条件下, 堆栈中压入的字节为 $8 + 12 + 15 = 35$ 个字节。由于在前几次介绍的误动的实例中故障过程是先单相故障, 本线跳闸, 进入非全相过程后, 再发生其它相故障, 本线再次三跳。在

此过程中 $D I_2$ 在第一次跳闸时置 1, 在第二次故障时置 1, 在第二次故障切除时置 1, 在此过程中程序三次走到 DXP7, 另外在此过程中电流可能包含的谐波分量, 也造成 $D I_2$ 的多次启动, 假设 $D I_2$ 6 次启动, 在 DXP7 中 $DIFLB$ 的三次压栈没有出栈占用了 12 个字节, 堆栈的深度缩小为 33 个字节。这样, 在前面所述的最不利情况下, 共有 35 个字节压栈, 堆栈深度不够导致堆栈溢出。堆栈溢出后, 栈指针指到内存的数据区, 在程序运行过程中此部分数据被改写, 当子程序或中断返回时, 压栈的标志字或地址出错, 由于数据的随机性, 可能跳到任一程序段, 比如跳到 XT 程序段, 此时程序就会选项跳闸, 比如跳到三跳程序程序就会三跳出口, 跳到整组复归程序段, 装置会整组复归而不理会是否存在故障。程序走到跳闸后, 由于数据仍然错误, 保护装置不会自动收跳令, 保护动作后一直保持, 虽然重合闸动作, 但开关重合不成功。

4 试验证明

以上的分析是否正确, 应该通过试验予以证明, 为此我们向保护装置中加入如图 3 所示波形的电流。

此波形在 0s A 相出现正方向故障, 100ms 故障切除, 大约 270ms 波形出现相移, 310ms 出现 B 相正方向故障, 100ms 后故障切除, 530ms 波形出现相移, 570ms B 相再次出现正方向故障, 持续时间 100ms。

微机保护的起动继电器在第三次故障后, 即返回, 时间大约在 800ms 左右, 远远小于正常的整组复归时间(故障消失后 4.5s)。为检查程序 QDJ 返回的原因, 我们在程序 DXP7 中设置一计数器检查程序走到 DXP7 这段程序的次数, 试验多次, 发现程序走到 DXP7 的次数均在 10 次以上, 因此堆栈垃圾也多达 20 多个字节, 程序出现堆栈溢出的情况, 导致了 QDJ 的错误返回。

客观地说, 这种软件错误在系统发生转换性故障时误动几率非常小, 在动模实验或静模试验中是不易发现的。

5 采取对策

既然是在 DXP7 中程序忘记把 $DIFLB$ 出栈导致的堆栈溢出, 那么在 DXP7 子程序中添加出栈的内容即可, 程序改写如下:

```
DXP7: CLR DEVB
      CLR DIFLB
```

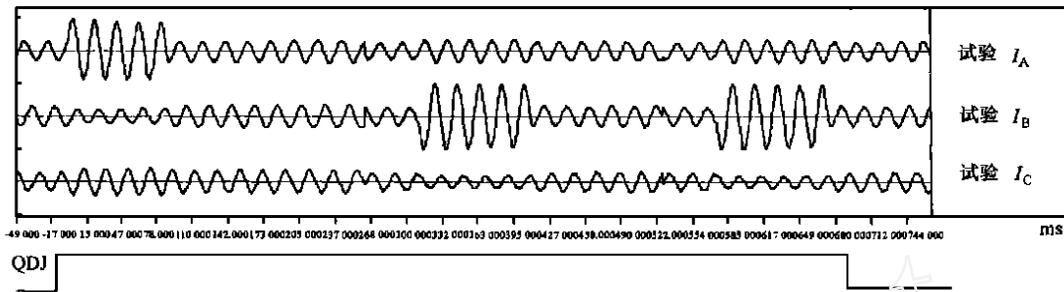


图3 试验电流波形图

```

LCALL DXZX3
LCALL ZHXX3
MOV R0,FTPLFG
DEC R0
POP ACC
MOVX @R0,A
INC R0
POP ACC
MOVX @R0,A

```

1999年6月30日前,我们已在黑龙江省220kV电网全部更换新的WXB-11型微机高频保护软件,新的软件版本号为GB-5.18-T。

6 几点说明

6.1 WXB-11型微机保护自1991年投运以来软件曾进行过几次修改,1994年推出的4.1版本被认为是较完善版本,因此我们黑龙江省微机保护软件从1994年底开始全省软件统一为4.1版本。后来

WXB-11型微机保护软件又推出了5.0及5.1版本,厂家交代这些版本与4.1版本不同之处仅在于对TXI停讯时间作了延长,其他均相同。当时我们考虑黑龙江省WXB-11型微机保护运行较好,同时认为TXI停讯时间长短不是误动的根本原因,所以没有更换为5.0及5.1版本。

6.2 本文章说明存在问题的微机保护软件版本在4.1、5.0、5.1及5.18T版本中不存在。

参考文献:

- [1] 杨奇逊. WXB-11型微机保护软件说明. 水电出版社, 1994.
- [2] 陈建铎. INTEL单片机应用技术. 陕西科技出版社, 1991.

收稿日期: 1999-10-29; 改回日期: 1999-11-17

作者简介: 白铮(1965-),男,硕士,高工,主要研究方向为电力系统稳定; 田伟(1968-),男,硕士,工程师,研究方向为电力系统继电保护。

Some examples of maloperation of WXB-11 microprocessor based protection at transitional fault

BAI Zheng, TIAN Wei, XIAO Rong-guo

(Power Dispatch Bureau of Heilongjiang Province, Harbin 150000, China)

Abstract: It is presented in this paper that an analysis is done on maloperation of WXB-11 microprocessor based HF protection at transitional fault in Heilongjiang 220kV network in recent years. The causes of maloperation are described and its solving way is presented.

Keywords: transitional fault; maloperation