

## CFB-1型辅助保护装置问题分析及改进方案

朱炳坤 广西梧州供电局 (543002)

**【摘要】** 就CFB-1型辅助保护装置运行过程中出现的问题进行分析,并提出改进方案。

**【关键词】** CFB-1装置 问题 改进

CFB-1型辅助保护装置是一种为补充主保护和后备保护的不足而增设的保护。主要具有1.5断路器接线的短线保护、线路过电压保护和收信直跳保护等功能。梧州开关站共安装有四套CFB-1型辅助保护装置,在实际运行过程中发现其存在一些问题不利于运行。下面对其

进行分析提出改进方案。

## 1 收信直跳保护

收信直跳保护原理图见图1,由图可知,由于收信直跳收信的通道没有经其不故障或退出判断导致下列问题的存在:

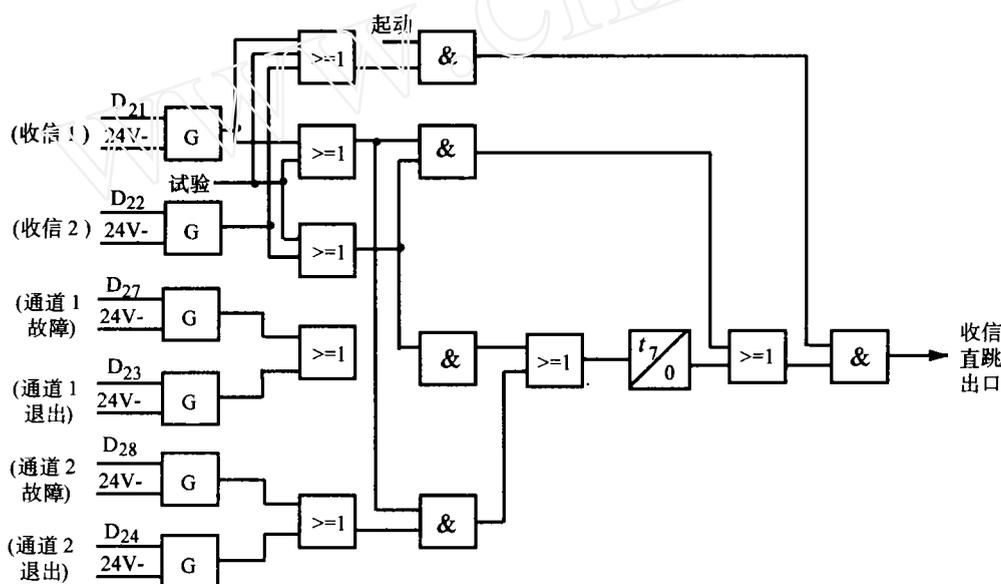


图1 收信直跳保护原理图

1.1 不管通道1、通道2是否故障或退出,收信1、收信2同时起动仍会瞬时出口。

1.2 在通道1、通道2均故障或退出的情况下,收信1、收信2任一动作仍会经 $t_7$ 延时动作出口。

上述问题的存在极易导致误动且不利于运行。为了克服它们应进行改进,增加收信的通

道经其不故障或退出判断,改进方案见图2。

## 2 综合变化量起动元件 ( $\Delta L\Sigma$ )

综合变化量起动元件是装置的起动元件之一。1995年6月将综合变化量起动元件定值由0.2A调为0.1A运行后,特别是在雷雨季节几套CFB-1保护尤其是来梧线第一套CFB-1保护经常出现装置故障报警。为此对装置进行全面检查并发现除综合变化量起动元件定值之

1997-08-29 收稿

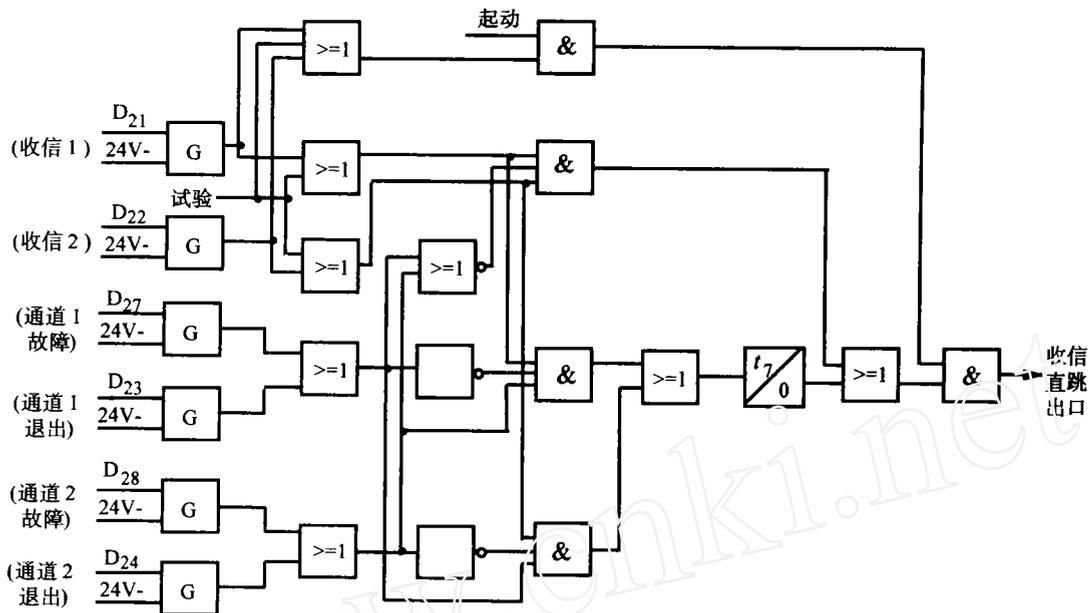


图2 改进的收信直跳保护原理图

外，其它各项试验均满足装置要求。各套 CFB-1 保护在模拟 B 相故障时，综合变化量起动元件动作值偏低，其中来梧线第一套 CFB-1 保护综合变化量起动元件 ( $\Delta L\Sigma$ ) 校验结果见表 1。

表 1 来梧线第一套 CFB-1 保护  $\Delta L\Sigma$  元件校验结果

	模拟 A 相故障	模拟 B 相故障	模拟 C 相故障
突加电流动作值 (A)	0.083	0.029	0.083
突减电流动作值 (A)	0.093	0.029	0.083

注： $\Delta L\Sigma$  整定值 0.1A

### 2.1 综合变化量起动元件电路分析

综合变化量起动元件原理图见图 3。

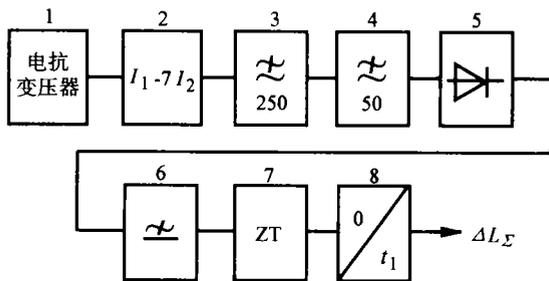


图3 综合变化量起动元件原理图

#### 2.1.1 电抗变压器

电抗变压器将电流量转变为电压量，变换比与谐波次数成正比，即：

$$|H_1(\omega_0)| / |H_1(n\omega_0)| = 1/n \quad (n \neq 0)$$

#### 2.1.2 综合电流滤序器 ( $I_1 - 7I_2$ )

( $I_1 - 7I_2$ ) 综合电流滤序器电路图见图 4。

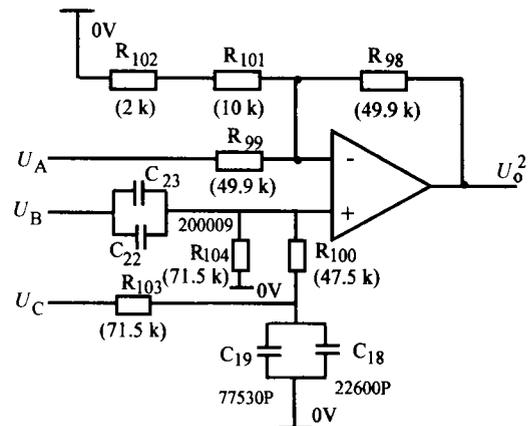


图4 ( $I_1 - 7I_2$ ) 综合电流滤序器电路图

(1) 单独通入  $U_A$ ，端子  $U_B$ 、 $U_C$  接地 可得：

$$H_2^A(S) = \frac{U_0^{2A}}{U_A} = - \frac{R_{98}}{R_{99}} = -1$$

(2) 单独通入  $U_B$ , 端子  $U_A, U_C$  接地可得:

$$H_2^B(S) = \frac{U_0^{2B}}{U_B} = \frac{(R_{101} + R_{102}) // R_{99} + R_{98}}{(R_{101} + R_{102}) // R_{99}} \cdot \frac{1}{\frac{1}{R_{104}} + \frac{1}{R_{100} + \frac{1}{\frac{1}{R_{103}} + S(C_{18} + C_{19})}}}}$$

$$\frac{1}{s(C_{22} + C_{23}) + \frac{1}{R_{104}} + \frac{1}{R_{100} + \frac{1}{\frac{1}{R_{103}} + S(C_{18} + C_{19})}}}}$$

代入电路参数并整理得:

$$H_2^B(S) = \frac{6.158S(S + 349.9316)}{(S + 206.7042)(S + 1895.1597)}$$

(3) 单独通入  $U_C$ , 端子  $U_A, U_B$  接地可得:

$$H_2^C(S) = \frac{U_0^{2C}}{U_C} = \frac{(R_{101} + R_{102}) // R_{99} + R_{98}}{(R_{101} + R_{102}) // R_{99}} \cdot \frac{1}{S(C_{18} + C_{19}) + \frac{1}{R_{100} + \frac{1}{\frac{1}{R_{104}} + S(C_{22} + C_{23})}}}}$$

$$\frac{1}{R_{103} + \frac{1}{S(C_{18} + C_{19}) + \frac{1}{R_{100} + \frac{1}{\frac{1}{R_{104}} + S(C_{22} + C_{23})}}}}}$$

$$R_{100} + \frac{1}{\frac{1}{R_{104}} + S(C_{22} + C_{23})}}$$

代入电路参数并整理得:

$$H_2^C(S) = \frac{905.4113 \times 10^3}{(S + 206.7042)(S + 1895.1601)}$$

根据戴维南定理知综合电流滤序器总输出为

$$U_0^2 = U_0^{2A} + U_0^{2B} + U_0^{2C} = H_2^A U_A + H_2^B U_B + H_2^C U_C$$

$H_2^A(S), H_2^B(S), H_2^C(S)$  的幅频特性见表2。

表2  $H_2^A(S), H_2^B(S), H_2^C(S)$  幅频特性

$\omega/\omega_0$	0	1	2	3	4
$ H_2^A(\omega) $	1	1	1	1	1
$ H_2^B(\omega) $	0	1.2593	2.1071	2.8571	3.4857
$ H_2^C(\omega) $	2.3113	1.2533	0.6856	0.4433	0.3127

2.1.3 250Hz 陷波器

根据文献<sup>[4]</sup>3.7 章节内容并对照 CFB-1 装置电气图知 250Hz 陷波器幅频特性(见表3)

表3 250Hz 陷波器幅频特性

$\omega/\omega_0$	0	1	2	3	4	5
$ H_3(\omega) $	0.789	0.789	0.764	0.603	0.277	0

2.1.4 50Hz 陷波器

根据文献<sup>[4]</sup>3.7 章节内容并对照 CFB-1 装置电气图知 50Hz 陷波器传递函数及时延特性为:

$$H_4(s) = \frac{1}{2K + 1} \left( 1 - \frac{4K\omega_0}{2K + 1} \frac{S}{S^2 + \frac{4K\omega_0}{2K + 1} S + \omega_0^2} \right)$$

$$\tau_4(\omega) = \frac{\alpha\omega_0}{\alpha^2\omega_0^2 + (\omega - \sqrt{\beta^2 - \alpha^2}\omega_0)^2} + \frac{\alpha\omega_0}{\alpha^2\omega_0^2 + (\omega + \sqrt{\beta^2 - \alpha^2}\omega_0)^2}$$

其中:  $K = C^1/C = 0.11$

$$\alpha = 2K/(2K + 1) = 0.1803$$

$$\beta^2 = 1$$

代入数据并计算可得如表4的50Hz陷波器的幅频特性和时延特性。

表4 50Hz 陷波器幅频特性、时延特性

$\omega/\omega_0$	0	1	2	3	4
$ H_4(\omega) $	0.8197	0	0.797	0.8123	0.8159
$\tau_4(\omega)(ms)$	1.148	17.645	0.603	0.176	0.859

根据上表及上述分析知 50Hz 陷波器输出时工频为反映工频变化量, 而对 2、3、4 次等谐波来说因其  $\tau_4(\omega)$  很小为反映其实际量。

若输入 50Hz 陷波器,  $V_i^A(t) = \sin\omega_0 t$   $V_i^A(S) = \frac{\omega_0}{S^2 + \omega_0^2}$ , 那么经其之后输出为:

$$V_0^4(s) = \frac{1}{2K+1} \left( 1 - \frac{\frac{4K\omega_0}{2K+1} S}{S^2 + \frac{4K\omega_0}{2K+1} S + \omega_0^2} \right) \frac{\omega_0}{S^2 + \omega_0^2}$$

对上式进行反拉氏变换得：

$$V_0^4(t) = \frac{1}{\sqrt{4K+1}} e^{-\frac{2K\omega_0}{2K+1}t} \sin \frac{\sqrt{4K+1}}{2K+1} \omega_0 t$$

代入  $K = 0.11$  得：

$$V_0^4(t) = 0.8333 e^{-56.6517t} \sin 0.9836 \omega_0 t$$

由于输入量  $\sin \omega_0 t$  具有一定的代表性，下面分析比较可用 0.8333 代表工频量经 50Hz 陷波器后幅值变化系数。

### 2.1.5 全波整流器及直流滤波器

鉴于全波整流器将交流量变为直流量，直流滤波器滤去交流分量，因此 50Hz 陷波器输出量已具有较好的比较分析作用。

### 2.1.6 不同情况下 50Hz 陷波器输出比较分析

$$\text{令 } H(S) = \frac{V_0^4(S)}{I_1(S)} =$$

$$H_1(S) H_2(S) H_3(S) H_4(S)$$

鉴于  $\Delta L \Sigma$  定值是以 A 相故障为基准，将  $|H(\omega)|$  与  $|H^A(\omega_0)|$  比较得如表 5 的  $H(S)$  幅频特性。

表 5  $H(S)$  幅频特性

$\omega/\omega_0$	1	2	3	4	5
$\frac{ H^A(\omega) }{ H^A(\omega_0) }$	1	1.8522	2.2571	1.3749	0
$\frac{ H_2^B(\omega) }{ H^A(\omega_0) }$	1.2593	3.9028	6.4489	4.7926	0
$\frac{ H^C(\omega) }{ H^A(\omega_0) }$	1.2533	1.2699	1.0006	0.4299	0

注： $H^A(S)$  为仅输入 A 相电流时的传递函数  
 $H^B(S)$  为仅输入 B 相电流时的传递函数  
 $H^C(S)$  为仅输入 C 相电流时的传递函数

上表虽然不能完全反映实际情况，但可知 B 相电流的谐波分量尤其是三次谐波分量在 50Hz 陷波器之后有较大的输出。鉴于此，在做  $\Delta L \Sigma$  定值检查模拟 B 相故障时，用示波器监视电抗变压器及 50Hz 陷波器输出均出现较大的谐波分量，因此正是谐波分量的过度放大导致检测到的  $\Delta L \Sigma$  B 相故障动作值降低，并在运行过程中易引起误动，发装置故障信号。

### 2.2 改进方案

鉴于谐波分量的过度放大导致  $\Delta L \Sigma$  B 相动作值降低，可在 250Hz 陷波器后加工频带通滤波器，以降低谐波分量的放大倍数。改进后的综合变化量起动元件原理图见图 5。

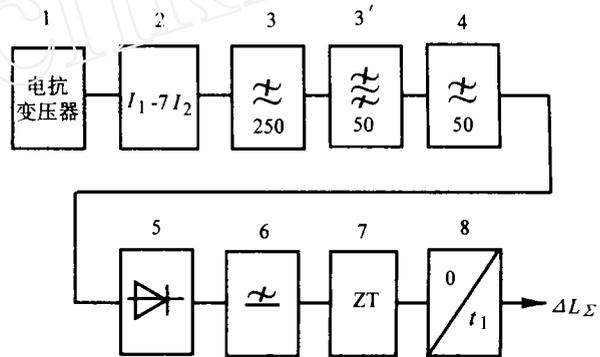


图 5 改进的综合变化量起动元件原理图

### 参考文献

- 1 CFB-1 型辅助保护装置技术说明书. 南京电力自动化研究院.
- 2 CFB-1 型辅助保护装置电气图. 南京电力自动化研究院.
- 3 CFB-1 型辅助保护装置装焊图. 南京电力自动化研究院.
- 4 戴学安, 沈国荣. 继电保护用集成电路.

## QUESTION ANALYSIS OF CFB - 1 AUXILIARY PROTECTIVE DEVICE AND ITS IMPROVING SCHEME

Zhu Bingkun (Guangxi Wuzhou Power Supply Bureau, 543002, China)

**Abstract** Some questions existing in the operation of CFB - 1 auxiliary protective device are analyzed and the improving scheme is presented.

**Keywords** device question improvement