

ZLF—45集成电路零序功率方向保护

许昌继电器研究所 王义章

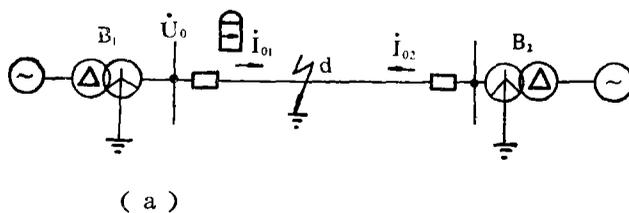
一 概 述

新研制的零序电流功率方向保护,采用了国际上通用的集成电路动算放大器,CMOS 固态集成块及门电路,构成了零序功率方向元件、电流元件、时间元件、直流逻辑、信号及出口跳闸回路。可以构成三段或四段式接地故障保护装置,每段可经方向或不经方向控制。适用于110~500kV大电流接地系统中,多电源或单电源供电的输电线路。长向线、中长线及短线路,作为各种接地故障的快速有选择性保护。本文重点对零序功率方向元件加以阐述。

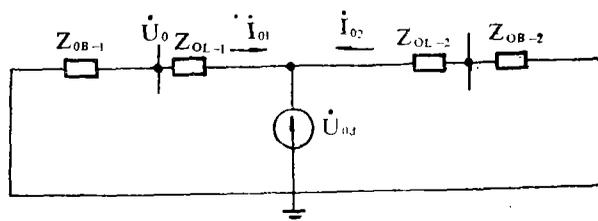
二 零序功率方向元件

在中性点直接接地电网中,发生接地短路,为了保证接地故障时,零序电流保护动作的选择性,通常要装设零序功率方向继电器,以构成零序功率方向电流保护。零序功率方向继电器接入零序电流 $3 I_0$ 和零序电压 $3 U_0$,它反应零序功率的方向。

为了分析零序功率方向继电器的接线方式,必须找出当发生接地短路时,接入继电器的零序电压与零序电流之间的相位关系,现以图1所示网络加以说明。

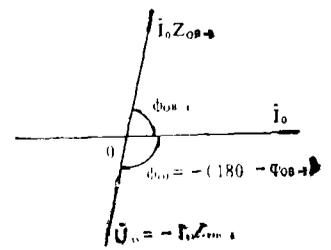


(a)



(b)

当在线路的d点发生接地短路(包括单相接地短路和两相接地短路)时,其零序网络为如图1(b)所示,图中假定零序电流的正方向为



(c)

图 1

从母线指向线路,这时零序电流为:

$$\dot{I}_{01} = -\frac{\dot{U}_{0d}}{\dot{Z}_{0BM1} + Z_{0LM1}} \quad (1)$$

上式中 Z_{0B-1} ——变压器 B_1 的零序阻抗。

Z_{0L-1} ——接地短路点至保护安装处零序线路之间的阻抗。式(1)中的负号表示实际电流方向与假定的正方向相反。

保护安装处母线的零序电压为:

$$\dot{U}_0 = -\dot{I}_{01} Z_{0B-1} \quad (2)$$

上式表明,零序功率方向继电器所接入的零序电压 \dot{U}_0 和零序电流 \dot{I}_0 的相位角决定了保护安装处背后变压器的零序阻抗 Z_{0B-1} 的阻抗角 ϕ_{0B-1} 。根据式(2)便可以作出如图1(c)所示保护安装处母线的零序电压 \dot{U}_0 与通过线路的零序电流 \dot{I}_0 的相量图。从图1(c)可知,零序电流超前于零序电压 \dot{U}_0 的相角为 $\varphi_{01} = -(180^\circ - \phi_{0B})$ 。通常 ϕ_{0B-1} 约为 $70^\circ \sim 85^\circ$, 故零序电流 \dot{I}_0 超前零序电压 \dot{U}_0 的相角一般为 $95^\circ \sim 110^\circ$ 。

零序功率方向继电器只反应被保护线路正方向接地短路时的零序功率方向。按规定的电流、电压正方向,当被保护线路发生接地短路时, $3\dot{I}_0$ 超前 $3\dot{U}_0$ 约 $95^\circ \sim 110^\circ$, 这时继电器应正确动作,并应工作在最灵敏的条件下,亦即继电器的最大灵敏角应为 $-95^\circ \sim -110^\circ$ 。

而目前,在电力系统中实际使用的零序功率方向继电器都是把最大灵敏角做成 $\varphi_{Lm} = 70^\circ \sim 85^\circ$, 即当从其正极性端输入的零序电流 $3\dot{I}_0$ 滞后于按正极性端接入零序电压 $3\dot{U}_0$ $70^\circ \sim 85^\circ$ 时,继电器最灵敏。所以,如果把 $3\dot{I}_0$ 和 $3\dot{U}_0$ 不加任何改变的均从正极性端子接入继电器的话,零序功率方向元件将不工作在最灵敏情况下,为此,必须把输入到零功率方向继电器 $3\dot{I}_0$ 或 $3\dot{U}_0$ 之一改换极性接入。本零序功率方向元件是将 $3\dot{U}_0$ 正极性端子接入到方向元件的零电压回路正极性端,而把 $3\dot{I}_0$ 正极性端倒换极性接到零序电流回路的非极端,即继电器的最灵敏角为 80° 左右,这样才能使继电器在最灵敏条件下工作。

零序功率方向元件的原理框图如图2所示。

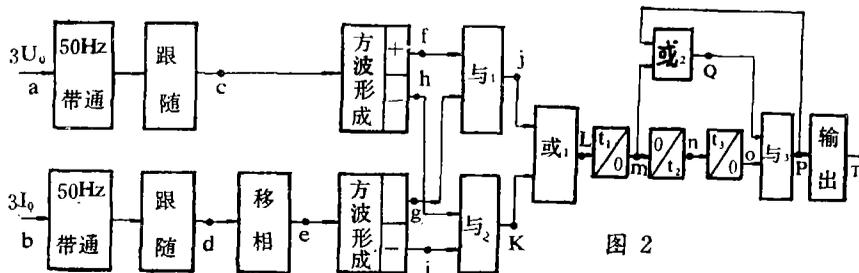


图 2

零序功率方向元件内部设有自制 $3U_0$ 滤波回路，输入的三相电压经零序电压滤波器，当被保护线路发生接地故障时，滤波器可输出 $3U_0$ 零序电压分量，输入到功率方向元件的零序电压回路，也可直接将 $3U_0$ 电压输入到零序电压回路，但需经切换片切换，这将给现场实际运行条件提供了方便。

输入到零序电压回路的 $3U_0$ 电压，经 50Hz 带通滤波器、电压跟随器，经方波形成回路，形成正负半周方波。输入到零序电流回路的 $3I_0$ 经 50Hz 带通滤波器、跟随器、移相回路，经方波形成回路，形成正负半周方波。电压回路和电流回路形成的正半周方波送至与 1 门，负半周形成的方波送至与 2 门，与 1 门或者与 2 门的输出方波送至或 1 门，进行正负半周比相。或 1 门的输出方波经积分时间 t_1 判别，当电流和电压所形成的方波（即正半周和负半周方波重叠时间）大于积分时间 t_1 时， t_1 积分回路有输出，若 t_1 时间按 5ms 整定，则功率方向元件动作条件为：

$$0^\circ \leq \arg \frac{\dot{U}_0}{\dot{I}_0} \leq 180^\circ - \alpha \quad (3)$$

电流和电压同极性时间超过 5ms 时，则 t_1 动作， t_1 输出的间断脉冲经 t_2 展宽为连续脉冲。由于每一周期内 t_1 可以有二次输出脉冲，所以 t_2 的延时只需展宽 10ms 就够了，所以功率方向元件的动作和返回时间都将小于 25ms。

当被保护线路发生接地故障时，本方向元件的动作特性如图 3 所示。

图 3 中： \dot{U}_0 ——故障时的零序电压。 $-\dot{U}_0$ ——零序电压滤波器的输出电压

\dot{I}_0 ——故障时的零序电流 \dot{I}_0' ——移相后的零序电流

图 3 中斜线上部为功率方向元件的动作区域，由积分时间 t_1 所决定，动作区域 $\phi = 160^\circ$ 。 ϕ_{Lm} 为电流的移相角度（即方向元件内角 $\phi_{Lm} = 80^\circ$ 左右）。

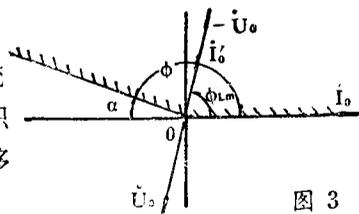


图 3

方向元件的积分时间由展宽前的 t_1 和展宽后的 t_3 组成。当被保护线路发生接地故障时，在第一半波内，电流和电压同极性时间大于 t_1 与 t_3 之和，方向元件动作。在边界情况时，同极性时间只满足 t_1 ，那么还需在第二半波内再比相一次，实现了正负两半周比相输出。

方向元件各点波形如图 4 所示：

各点波形分三种情况绘出，图 4（a）是在灵敏角下绘出，图 4（b）（c）分别在边界角以外 10° 绘出。

三 零序功率方向元件达到的技术指标

1. 最大灵敏角 ϕ_{Lm}

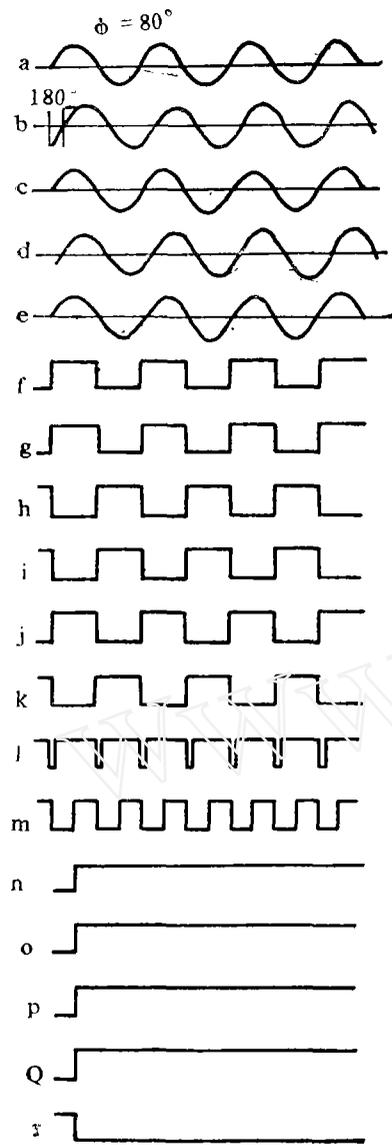


图 4 (a)

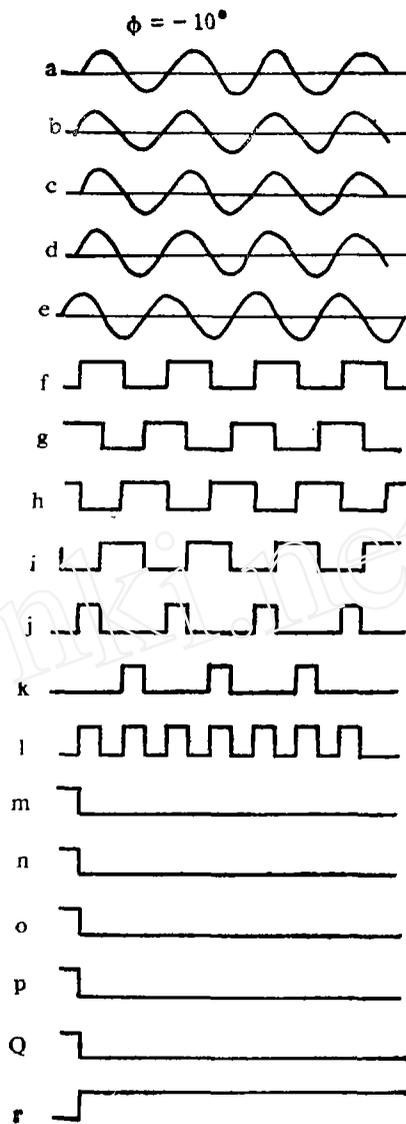


图 4 (b)

在施加额定交流电压100V，额定交流电流5A时所测得的最大灵敏角为 $\phi_1 = -6^\circ$ $\phi_2 = 161^\circ$ 。

$$\phi_{Lm} = \frac{\phi_1 + \phi_2}{2} = \frac{-6^\circ + 161^\circ}{2} = 77.5^\circ$$

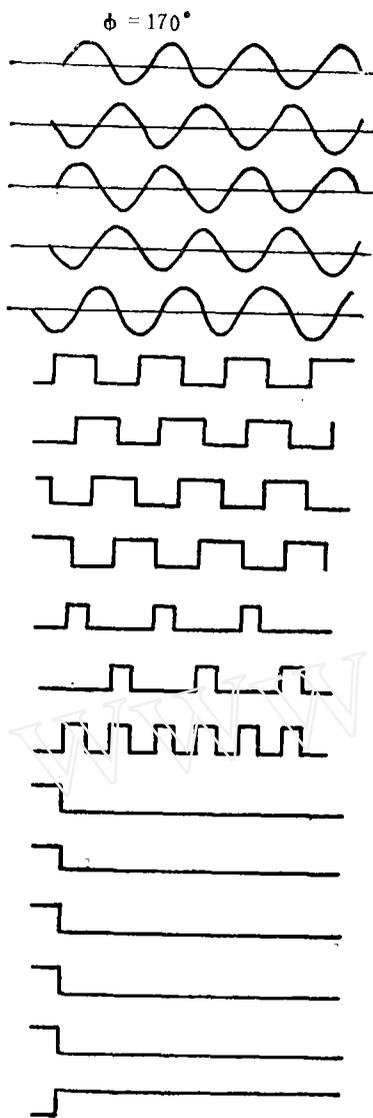


图 4 (c)

内 10° 时, 方向元件可靠动作。

- b. 拉合交、直流电源时, 方向元件不误动。
- c. 直流电源变化 $+10\%$ 和 -20% 额定值时, 方向元件工作正常。
- d. 无电流、电压潜动。

2. 动作区

在 20% 额定交流电流和额定交流电压 100V 下, 动作区应不小于 130° , 不大于 180° , 在 10 倍 额定交流电流和额定交流电压 100V 下, 动作区不大于 180° 。

动作区		动作区
测量值		
输入量		
$20\% I_e$	100V	$3^\circ \sim 156^\circ$
$10 I_e$	100V_d	$-9^\circ \sim 159^\circ$

3. 灵敏度

在最大灵敏角下的最小动作功率, 对额定电流为 5A 时应不大于 1VA 。

实测最小动作电流: 0.18A

实测最小动作电压: 1.30V

最小动作功率(灵敏度) 0.324VA

4. 动作时间

在最大灵敏角和 5 倍最小动作功率下, 动作时间十次实测平均值为 15.79ms 。

5. 断电返回时间

在最大灵敏角下, 交流电压 100V 及 20 倍 额定电流下, 断电返回时间十次实测平均值为 23.69ms 。

6. 动作可靠性考核

a. 考核误动和拒动

在额定电流 5A , 额定电压 100V , 在大于 界 边角 10° 时, 方向元件不误动。在小于动作边界角以

四 结 论

零序功率方向元件及装置经动模 $110\sim 500\text{kV}$ 线路长度分别为 350km 、 200km 、 17km , 模拟各种故障类型试验。方向元件及装置均能正确动作, 性能指标符合设计要求, 可用作 $110\sim 500\text{kV}$ 输电线路的接地保护, 满足电力系统稳定运行的需要。

“110—220kV变电所定型屏”图册有关技术问题介绍(二)

(上接本刊1990年第二期介绍(一))

西南电力设计院 吴家兰

(三) 主变压器部分有关技术问题介绍

(1) 主变部分图纸组织:

主变部分按容量型式共分七个方案,原则上每个方案一种接线。图纸编排上,按屏出图,控制屏和保护屏分册编制。控制部分按电流电压回路、控制回路、信号回路、正面布置图 1 端子排图,电度表屏上面图及端子排等,其中大部分可活用,仅屏面图和端子排图与一次主接线方案,调压方式,指示灯数量等有关,从而,在订货图阶段,基本上可以作到不出图,仅列出设备参数就可订货。在施工图阶段,大部分图纸可活用,仅适当修改端子排图和绘制操作机械安装接线图即可。

为了减少控制回路图的数量,以及采用标准 2 号图出图,操作机械图单独一张,采用接口方式与控制回路配合。

保护屏单独编制成册,按屏出图,每块保护屏由一张属于本屏的接线图,一张屏上面图和一张端子排图 1 外加操作箱接线图,除端子排图与一次接线方式有关外,其他图纸均与接线方式无关而仅与变压器种类有关。

(2) 主变部分保护配置:

由于主变部分每个方案原则上考虑一种接线,考虑到保护的通用性要求,一种变压器一般只有一种比较完善的配置方案,这样做的理由是: 1. 由于110~220kV变电所

参考文献

- [1] 朱声石著. 高压电网继电保护原理与技术. 水利电力出版社.
- [2] 华中工学院编. 电力系统继电保护原理与运行. 水利电力出版社.