

# 一种新型微机保护原理——选择性原理

李莉, 骆德昌

(武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 针对目前 10~35 kV 中低压供电网络中, 出现多电源环网结构和多级短线分支的线路结构这一特点, 提出一种新型的微机保护原理——选择性原理。该原理利用本保护装置和相邻保护装置之间的高速数据通信, 获取各种有用的电气信息, 以正确判断短路点的位置及故障类型, 从而有选择地启动或闭锁保护装置。该原理对提高保护装置的可靠性有明显作用。

关键词: 电力系统; 保护装置; 选择性

中图分类号: TN77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2002)12-0066-03

## 1 引言

随着经济的发展, 对电力供应的要求也越来越高, 配电网的发展也由原来的单一电源辐射状电路向现在的多电源环网结构发展。在 10~35 kV 中低压供电网络中, 出现了许多具有环形和多级短线分支的线路结构。以此为基础的新一代微机保护装置及原理, 就是利用本保护装置和相邻保护装置之间的高速数据通信, 获取各种有用的电气故障信息, 以正确判断短路点的位置及故障类型, 从而有选择性地启动或闭锁保护装置。

这里, 以一个典型的 35 kV 配电网来探讨研究一种新型的微机保护原理——选择性原理。

## 2 选择性原理的归纳提出

### 2.1 构造配电网模型

日益发展的 35 kV 配电网具有以下特点:

- (1) 环形网络结构;
- (2) 多级短线分支结构;
- (3) 多电源供电结构。

在此理论基础上, 构造一个以环形拓扑为主 (A-B-C-D-E-F-G), 一支三级短线供电分支 (G-H-M-N) 的双电源网络, 如图 1 所示。该网络具有 35 kV 配电网的典型特征, 因此作为研究对象进行分析。

### 2.2 前题规约

为了使各保护点能更好地相互配合工作, 设定了一套与传统的保护不相同的规约, 并在此基础上进行分析和研究。

每个保护点设置大电流 (段)、过电流 (段) 和过负荷 (段) 等三段电流定值, 每段电流定值对应四级时间定值。各段级时间定值为: 段 0.02

~0.2 s; 段 1.5~2.5 s; 段 1~5 min; 时间级差为: 段 0.2~0.5 s/级; 段 0.5~1 s/级; 段 10~30 s/级。

可以看出, 这里的段、段不再是传统意义上的后备保护, 而是定值不同的过流和过负荷保护。相对的级、级和级才是时间有级差的后备保护。

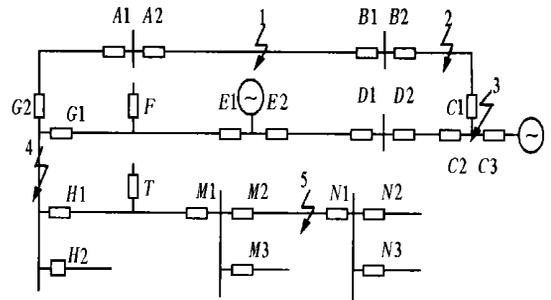


图 1 具有环形结线和多级短线分支的供电网络

Fig. 1 The supply power network with ring connections and multilevel branches

### 2.3 故障情况的研究分析

选取 5 个具有代表性的短路点, 如图 1 所示。以大电流速断为例。

当“1”点发生相间短路时, 理应 A2 和 B1 两保护点的装置段级动作。此时, A2 保护点的功率方向为 A2 B1, 其左相邻点 A1 的功率方向为 A1 A2, 右相邻点 B1 的功率方向为 B1 A2。可以看出, A2 保护点的短路侧相邻点功率方向与 A2 相反, 非短路侧相邻点功率方向与 A2 相同。B1 点也是如此, 左相邻点 A2 功率方向与其相反, 右相邻点 B2 功率方向与其相同。因此, 两保护装置段级均会动作, 并向其非短路点侧发送“闭锁段级”信号。

其余的  $A_1$ 、 $B_2$ 、 $C_1$ 、 $G_2$  等点,它们距离短路点较近,受短路电流的冲击较大,也会触发电流突变量的启动装置。看看它们的功率方向特征与  $A_2$ 、 $B_1$  有何不同。先以  $G_2$  为例。 $G_2$  的上相邻点  $A_1$  与其功率方向相同,均为  $G_2 \rightarrow A_1$ ,而其下相邻点有两个: $G_1$  和  $H_1$ ,功率方向分别为  $G_1 \rightarrow G_2$ ,  $H_1 \rightarrow G_2$ 。可见,无论有几个相邻点: $G_2$  与它们的功率方向都是相同的。 $A_1$ 、 $B_2$ 、 $C_1$  点与  $G_2$  点的情况类似,就不一一赘述了。剩下的各点,由于受到的扰动甚小,一般来说不会启动。

再来看“2”点发生短路的情况。 $B_2$ 、 $C_1$  点都收到了来自短路侧相邻点的与自身相反的功率方向,保护的段级动作,并向后一级保护点  $B_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  发闭锁段级的信号。 $B_1$  点作为  $B_2$  的后备保护,只闭锁段级;后一级保护点  $A_2$  作为  $B_1$  的后备保护,闭锁段的级和级。依次往后的保护点  $A_1$  作为  $A_2$  的后备,闭锁段级、级和级。同理, $C_1$  点的段级拒动后,其后的  $C_2$  和  $C_3$  点作为段级后备,闭锁段级。依次类推, $D_2$  点作为段级后备,闭锁段级和级; $D_1$  点作为段级后备,闭锁段、级。

看看其余的不该动作的保护点是否都满足以上所推的功率方向的规律——自身的功率方向与相邻点的功率方向一致呢?可以找出几个特殊的保护点: $C_2$  和  $C_3$ 。 $C_3$  保护点一侧直接和电源相连,另一侧连有两个保护点  $C_1$  和  $C_2$ 。而  $C_3$  的功率方向与  $C_1$  点相同,却与  $C_2$  点正好相反。 $C_2$  保护点的情况也是类似。其左相邻点  $D_2$  功率方向与其相同,右相邻点有两个保护点  $C_1$  和  $C_3$ 。 $C_2$  点与  $C_1$  的功率方向相同,而与  $C_3$  的功率方向相反。可见,当某保护装置的相邻点有多个时,不能根据某一条线路的相邻点的功率方向与自身相反而武断地判定此点保护装置应该立刻动作。

由“3”点短路的情况可以更清楚地说明这一点。此时, $C_1$  点上相邻点  $B_2$  功率方向与其相同,下相邻点有两个: $C_2$  和  $C_3$ ,但是这里  $C_2$  和  $C_3$  点的功率方向都与  $C_1$  点相反,因此,毫无疑问, $C_1$  点是离故障“3”最近的保护点,段级动作,并向后一级发闭锁信号。 $C_2$ 、 $C_3$  点也可同样判断出来,是级应该动作的保护点。而其它各点的段级保护则同时闭锁。

再看  $G-H-M-N$  分支。

若“4”点发生相间短路,理应电源侧  $G_1$  和  $G_2$  点的段级保护同时动作跳闸。 $G_2$  的下相邻点

有三个: $G_1$ 、 $H_1$  和  $H_2$ 。显然可见, $G_1$  与  $G_2$  的功率方向相反,而  $H$  点属于负荷侧,在此状态下无短路功率,也就没有确定的功率方向。 $G_1$  与  $G_2$  点的情况完全相同。可见,当保护点某一侧的多个保护点,除了无短路功率方向的点外,其余点的功率方向均与自身相反,则一定是立即作用于跳闸的保护点。故障点处的  $H_1$ 、 $H_2$ ,无法判定自身的功率方向,保护装置不予处理。

若“5”点发生相间短路, $M_1$  点在短路功率方向侧接收到  $M_2$  点与本点同方向的短路功率信号, $M_1$  点段级保护闭锁; $M_2$  点在短路功率方向侧接收不到  $N$  点的短路功率信号,因为  $N$  点在此状态下无短路功率信号,则  $M_2$  点段级保护动作跳闸。

## 2.4 结论

结合以上各个短路点的分析情况,加以归纳和综合,可以得出 10~35 kV 配电网设置微机保护系统的选择性原理(以速断保护为例):

(1) 每个保护点设置大电流(段)、过电流(段)和过负荷(段)等三段电流定值,每段电流定值对应四级时间定值。

各段级时间定值为:段 0.02~0.2 s;段 1.5~2.5 s;段 1~5 min;时间级差为:段 0.2~0.5 s/级;段 0.5~1 s/级;段 10~30 s/级。

(2) 在本点短路功率方向侧,若检测到相邻电源保护点当中有一点与本点短路功率方向相同,就可将本点段级保护闭锁。

(3) 在本点短路功率方向侧,若检测到除了相邻负荷侧无功率方向的点外,所有相邻电源保护点的短路功率方向均与本点相反,则使本点段级保护动作,并向两侧相邻保护点发出段级闭锁信号。

(4) 两侧相邻保护点在接收到中间保护点的闭锁信号以后,随即发出使其后一级保护点闭锁段级保护的信号,防止后级保护越级跳闸;同理,后一级保护点再向其后的保护点发出闭锁段、级的信号;而后保护点的段、级保护依次闭锁,唯所有保护点的段级的保护不再闭锁。

## 3 结束语

本文在 10~35 kV 配电网的基础上,提出了一种新型的微机保护原理——选择性原理。

该原理不仅实现了保护的选择性,并且由于这种故障判别方式以临近故障点的保护点的就地判别

为主,而以短路功率方向侧相邻保护点的电量信号为参考,又有相邻的逐级后备保护,使得保护系统保护功能的可靠性明显提高。又由于微机技术和通信手段的不断完善,使该保护的实现成为可能。

在选择性原理的应用(如软件设计)过程中,还要考虑一系列的问题:功率方向的判别、短路侧的判别、短路点的逐级配合等等,要在具体的软件设计中一一加以考虑,这里就不再赘述了。

#### 参考文献:

- [1] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理(第三版)

[M]. 北京:中国电力出版社,1994.

- [2] 陈树德. 计算机继电保护原理与技术[M]. 北京:中国电力出版社,1998.

收稿日期: 2002-04-03

作者简介:

李莉(1977-),女,硕士研究生,研究方向为电力系统微机保护;

骆德昌(1951-),男,讲师,现从事电力系统自动化专业的教学与科研。

### A new theory of microprocessor-based protection —the principle of selectivity

LI Li, LUO De-chang

(College of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** Aiming at the 10~35 kV distribution network with multiple supply sources, ring connections and multilevel short line branches, this paper presents a new kind of theory for microprocessor-based protection—the principle of selectivity. With high-speed data communication between one and the other neighboring devices, all sorts of electrical information are available to judge the type and location of the failure and then to start or block the protections selectively. The principle above greatly improves the reliability of protection equipments.

**Key words:** power system; protection equipment; selectivity

(上接第62页) 程度再建立,不可能出现24V先于5V建立的现象。

#### 4 对有关问题的改进措施

针对第一次实验现象:把24V输出电容由原来的100μF、35V(Rubycon105 电解)改为220μF、35V(Rubycon105 电解)。

针对第一次实验现象:把延时电容由原来的10μF、35V(Rubycon105 电解)改为47μF、35V(Rubycon105 电解)。

针对第二次实验现象:把5V控制24V的光耦限流电阻由原来1k、1/6W改为3k、1/6W。

以上是针对实验过程中出现的问题所采取的解决办法。

#### 5 结语

通过以上进一步的改进,在第三次试验中,没有出现任何不良现象,各项指标均已满足要求。开关

电源发展的方向之一是体积要减小,变压器、电感、电容都要减小体积,在选用元器件时也应考虑这一点。

#### 参考文献:

- [1] 张占松,蔡宜三. 开关电源的原理与设计[M]. 北京:电子工业出版社,1998.

- [2] 丁道宏. 电力电子技术(第一版)[M]. 北京:航空工业出版社,1992.

收稿日期: 2001-09-27; 改回日期: 2002-08-20

作者简介:

左群业(1975-),男,助理工程师,从事继电保护、电力系统自动化产品设计、测试工作;

李国杰(1967-),男,高级工程师,从事继电保护、电力系统自动化产品设计、测试工作;

李澄(1971-),男,工程师,从事发电厂电气运行及维护工作。

### Common question analysis of a kind of switch power supply that used in microprocessor-based protection

ZUO Qun-ye<sup>1</sup>, LI Guo-jie<sup>1</sup>, LI Cheng<sup>2</sup>, LV Xue-ping<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-bo<sup>1</sup>

(1. Metaphase Test Lab of XI Electric Co. Ltd., Xuchang 461000, China;

2. Jining Yunhe Power Generation Co. Ltd., Jining 272156, China)

**Abstract:** Three main functional defects were found out during the process of testing XI604-1335 model switch power supply. Basing on analysis, the cause of the defects was found and the function of the product was improved by taking the corresponding measures. So it is helpful for other similar products about reliability design.

**Key words:** switch power supply; microprocessor-based protection; switchover direct current; test