

# 减少整定程序计算时间的技术措施

程小平

(安徽省电力中心调度所, 安徽 合肥 230061)

**摘要:** 由于在整定计算时最大、最小零序电流以及最小助增系数计算都要考虑各种电网运行方式、故障点和故障类型。分析了怎样减少最大、最小零序电流的电网运行方式、故障点和故障类型选择计算工作量;怎样减少最小助增系数的电网运行方式和故障点选择计算工作量。这些方法有助于减少计算时间、增加计算能力以及对整定计算程序开发。

**关键词:** 整定计算, 运行方式, 零序电流, 助增系数, 切除线路(切线)相继动作

中图分类号: TM77; TP18

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2000)12-0056-03

## 1 引言

计算机整定程序要能在实际中应用,除了保护定值的正确性和合理性之外,整定程序的计算时间是一个重要指标。由参考文献<sup>[1]</sup>可知,整定计算的过程要对不同的故障点(例如线路上任一点、末端母线、相继动作即在线路末端开关先三相跳闸但故障点仍在的情况);不同的故障类型(单相接地、两相接地、两相短路、三相短路);不同的运行方式(例如切除电力系统元件如发电机、线路、变压器)进行各种组合计算,才能比较、选取最严重(即保护范围最短)的状态和整定值。如果按常规的顺序逻辑思维方法进行按部就班的计算,各种状况组合极其繁多,计算工作量就非常庞大,计算时间就会过长,大大降低了整定程序的计算能力和实用性。所以要对加快整定程序计算时间的措施进行研究,减少计算次数,以减少计算时间。下面就加快计算线路保护的零序电流、助增系数的措施分别进行讨论。

## 2 加快计算零序电流的措施

### 2.1 减少故障点的选择

整定计算程序都要计算最大零序电流和最小零序电流。不同的故障点、故障类型、运行方式对零序电流都有影响,所以最大零序电流和最小零序电流都必须通过计算比较各种组合下的零序电流才能确定。零序电流一段定值一定要大于保护范围外最大零序电流才能不越级跳闸又能使保护范围最大,显然故障点在开关对侧母线比在线路上更能满足上述要求;相继动作情况不必考虑,因为如果因此零序电流增大而跳闸正是我们所希望的。所以最大零序电流故障点只要计算保护开关对侧母线。

零序电流一段定值一定要小于保护范围内最小零序电流才能保证可靠跳闸又能保护整个线路,显然故障点在开关对侧母线比在线路上更能满足上述要求;相继动作情况要考虑,因为如果因此零序电流减小而一段不跳闸是不允许的。所以最小零序电流故障点只要计算开关对侧母线和相继动作两种情况。

### 2.2 减少故障类型的选择

产生零序电流的故障类型只有单相接地和两相接地两种情况。从文献<sup>[2]</sup>故障分析理论可知:当故障点的零序阻抗大于正序阻抗时,单相接地的零序电流大于两相接地零序电流;当故障点的零序阻抗小于正序阻抗时,单相接地的零序电流小于两相接地零序电流。所以只要根据正序自阻抗和零序自阻抗的大小就可以决定是单相接地的零序电流大还是两相接地零序电流大。没有必要计算两种故障类型进行比较,这样就减少一半的工作量。

### 2.3 减少电网运行方式的选择

改变电网运行方式即切除电网元件如发电机、中性点接地变压器、线路对零序电流的影响(见参考文献<sup>[3]</sup>),在整定计算时,一般只要考虑切除线路,因为切除发电机已经在电网小方式中考虑了;切除中性点接地变压器时有零序补偿措施。通常在开关对侧母线切线时流过被保护开关的零序电流增加;在开关本侧母线切线时流过被保护开关的零序电流减小。因此求最大零序电流时只考虑在开关对侧母线切线;求最小零序电流时只考虑在开关本侧母线切线。计算最大零序电流要考虑的各种常见运行方式有电网全接线大方式;轮流切除一条线路;轮流切除两条线路这三种情况下进行计算。同样计算最小零序电流要考虑的各种常见运行方式有电网小方

式;轮流切除一条线路这两种情况下进行计算。下面以零序电流一段为例,如图1所示:

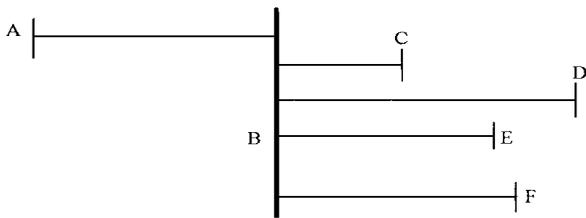


图1 B点网络结构图

如果A开关对侧母线B除AB本线外有 $K$ 条出线(有没有环网不影响以下分析),则计算的运行方式有:电网全接线(不检修任何元件)有一种;轮切一个元件有 $K$ 种;轮切二个元件有 $C_K^2$ 两种;总共有 $(1+K+C_K^2)$ 种组合,这是轮切 $K$ 个元件全部是线路的情况。如B母线有两台自耦负荷变压器(自耦变压器中性点必须直接接地),没有补偿接地措施,停一台自耦变压器的情况很常见,整定计算方案必须要考虑。这时轮切的 $K$ 个元件中有 $(K-1)$ 条线路,还有一个是可切除的中性点直接接地的自耦变压器。根据参考文献<sup>[3]</sup>的结论:切除自耦变压器比不切线时零序电流大,因此不必计算不切线的情况(1次);切除自耦变压器并轮切一条线路比轮切一条线路零序电流大,因此不必计算轮切一条线路的情况 $(K-1)$ 次。只要计算切除自耦变压器一次;切除自耦变压器并轮切一条线路 $(K-1)$ 次;轮切两条线路有 $C_{K-1}^2$ 种组合方式,这时总的计算次数 $1+(K-1)+C_{K-1}^2$ ,减少计算 $C_K^2-C_{K-1}^2+1=K(K-1)/2-(K-1)(K-2)/2+1=K$ 次。上述是最多只允许检修一回线情况,随着变电所出线 $K$ 增多,有可能允许检修二回、三回线的情况,这时电网运行方式的组合就更多。同理,因切除自耦变压器而减少计算的次数也就更多。

以上分析的是单个A开关计算零序电流一段定值的电网运行方式选择过程。按常规顺序整定计算图1中 $K+1$ 个线路开关的零序电流一段定值需要计算 $(1+K+C_K^2)(K+1)$ 次。仔细分析可知:这样会计算很多重复的运行方式。例如A、C开关都要在不切线;切BD线;以及切BD、BE两线的运行方式下分别计算。我们完全可以把需要某种运行方式的所有开关同时计算以消除运行方式的重复计算,这种计算方法的第一步:计算不切线的运行方式下所有A、C、D、E、……F开关零序电流。第二步:计算切任一线的运行方式下其他所有开关零序电流,如

切BD线,计算A、C、E、……F开关零序电流等。第三步:计算切任一线的运行方式下其他所有开关零序电流,如切AB、BD线,计算C、E、……F开关零序电流等。这样既没有计算重复的运行方式,每个开关又在所有的运行方式下都计算过了。以图1为例:母线B总共有 $(K+1)$ 条线路,不切线计算一次,切任一元件计算 $(K+1)$ 次,轮切二个元件有 $C_{K-1}^2$ 种组合,总共有 $1+(K+1)+C_{K-1}^2$ 次运行方式。比常规计算总共减少 $\frac{K^2(K+1)}{2}-1$ 次。可见母线的出线越多,减少重复计算的次数就越多,比常规计算的优越性就越明显。例如某个变电所有10条线路,即 $K=9$ ,按常规计算的方法计算需要 $(1+9+36)*10=460$ 次,按加快计算的方法计算需要 $(1+10+45)=56$ 次,减少 $460-56=404$ 次运行方式的重复计算,减少了88%的阻抗矩阵重复计算工作量,因此整定程序的计算速度大大加快。同理,在计算最小零序电流时也可以消除运行方式的重复计算。

### 3 加快计算助增系数的措施

最大零序网络的分支系数 $K_f$ 和最小正序网络的助增系数 $K_c$ 的定义不同,但在整定计算时它们的实质都一样,即配合支路故障时流过保护支路的电流最大。因此零序网络的分支系数 $K_f$ 和正序网络的助增系数 $K_c$ 在故障点、故障类型、运行方式方面有着相同的规律。下面分别进行讨论:

电网运行方式的选择,上节中充分利用每个运行方式(不重复计算)的计算思路在计算最大分支系数和最小助增系数也同样适用。

故障类型的选择,无论是理论还是实际计算都证明助增系数或分支系数与故障类型无关。零序网络的分支系数(保护支路与配合支路的零序电流之比)只要计算单相接地短路,不必计算二相接地短路;正序网络的助增系数(配合支路与保护支路的正序电流之比)只要计算三相短路,不必计算单相短路、二相短路、二相接地短路。

在故障点方面,最小助增系数或最大分支系数与故障点的关系比较复杂,在整定计算时,可利用如下规律选择故障点:如果配合支路是放射性支路时,不同的故障点对助增系数没有影响;如果配合支路本身有复杂环网的情况,不同的故障点对助增系数有影响且在配合支路末端母线故障时助增系数最小;如果配合支路和保护支路构成复杂环网情况,不

同的故障点对助增系数也有影响且相继动作时助增系数最小。具体论证见参考文献<sup>[4]</sup>。如果整定程序能对各种环网进行识别,只要计算一个故障点;如果不能识别,由于最小的助增系数的故障点不是在相继动作就是在配合支路末端母线,不可能在配合支路上,也只需要对有可能出现最小助增系数的二个故障点进行计算比较。而常规计算要对配合支路上所有故障点都计算,所以加快措施使计算工作量大大减少,速度提高。

#### 4 结语

我们知道最大和最小零序电流以及最小助增系数(或最大分支系数)的计算占据整定程序绝大部分时间,应用上面的加快计算措施研制整定程序使计算的时间大大缩短。例如200个节点、400条支路(大约200个线路开关)的电网规模,进行全网的零序电流、相间距离、接地距离整定计算总共只需1min左右的时间(在一般的586PC机上)。整定程序几乎不占用计算时间。整定计算经常要对各种特殊情形进行多次补充计算,快速整定计算程序就很

容易实现。而现在有的整定程序计算过程很慢,等待时间过长(0.5h以上),使得整定程序的计算能力和实用性都大大下降,这固然有整定计算程序需要处理大量浩瀚复杂的计算数据的因素,但没有利用经过技术处理和算法优化的加快计算措施是最主要的原因。希望本文能给整定计算程序开发人员带来有益的启示。

#### 参考文献:

- [1] 中国电力行业标准. 220~500kV 电网继电保护装置运行整定规程, 1995.
- [2] 山东工学院. 电力系统继电保护. 水利电力出版社, 1979.
- [3] 程小平. 电网变化对零序电流影响定性分析. 继电器, 2000, 28(2): 4~6.
- [4] 程小平. 电网结构与配合系数关系的研究. 电力系统自动化, 2000, 24(9): 52~55.

收稿日期: 2000-05-31; 改回日期: 2000-09-07

作者简介: 程小平(1963-),男,硕士,现从事电力系统继电保护整定计算工作。

### Quicken calculation measure for setting calculation program

CHENG Xiao-ping

(Anhui Electric Power Dispatching Center, Hefei 230061, China)

**Abstract:** All the running modes, fault points and fault type influence maximal and minimal zero sequence current and minimal sideline current assistance coefficient. This paper tells us how to reduce running mode with maximal and minimal zero sequence current and minimal sideline current assistance coefficient, and how to reduce calculating fault points of minimal sideline current assistance coefficient. It is very helpful to lessen calculating time and to develop setting calculation program.

**Keywords:** setting calculation; running mode; zero sequence current; sideline current assistance coefficient; switch line one after the another action

(上接第34页)

### The design of a practical optical current transducer for protective relays

NIE Yi-xiong, YIN Xiang-gen, ZHANG Zhe

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** For solving the magnetic saturation problem of traditional current transducers using in protection relay, a new type of current transducer, active optical current transducer, is proposed and its principle is dissertated from theories and validated by experiments. It is proved out from the results of experiments that AOCT may become the important part of new generation current transformers for digitalization protection relay for its simple optical structure, high insulation strength, well linearity, fast response, no magnetic saturation, better practicability, small in volume and light in weight. The project is financed by the fund of across century excellent personnel training program of national education department of China.

**Keywords:** optical transducer; current measurement; protective relay