

# 四川电网 220 kV 及以上线路简化整定计算

杨向飞

(四川省电力公司调度中心, 四川 成都 610041)

**摘要:**随着四川电网的逐步强大和继电保护技术的不断进步,简化线路保护的整定计算是切实可行的。提出了高压线路保护的简化整定计算原则和方法,采用这些原则和方法,既保证了整定值的正确、科学和合理,又能够提高整定计算工作的效率。

**关键词:**继电保护;整定计算;输电线路

**Abstract:** With the gradual development of extra-high voltage power grid and the advancement of relay protection technology, the setting calculation of protections of transmission line can be simplified. Some rules and methods for simplifying the setting calculation of HV transmission line protections are proposed. Using these setting calculation rules and methods can enhance the performance of setting value and the efficiency of setting calculation process.

**Key words:** relay protection; setting calculation; transmission line

**中图分类号:** TM733 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6954(2009)02-0041-03

继电保护是保证电网安全稳定运行三道防线中的第一道防线,是防止电力设备损坏和电网事故扩大的重要手段。而继电保护整定计算则是保证继电保护装置正确动作的基础,只有正确、合理的定值,才能适应电网网络结构的变化,才能满足继电保护选择性和灵敏性的要求,保证电网安全稳定经济运行。

## 1 简化整定计算的必要性

实现继电保护选择性的手段,是在已经配置的继电保护装置的基础上,进行合理的动作值整定。整定原则是,愈靠近故障点的保护装置的动作灵敏度愈大,动作时间愈短,两者缺一不可。这看似简单的整定原则,在复杂网络情况下,由于运行情况多变,实现起来颇不容易,它既为电网运行方式所左右,又受配置的继电保护装置制约。

而随着电网的迅速发展,新工程大量投产,出现许多平行线路、短线路以及环网,使得高压线路后备保护的整定计算日益繁琐和复杂,逐级配合的理想整定方法费时费力,且很难实现,简化整定计算成为现实需要。要求“加强主保护,简化后备保护”的呼声也越来越高。

## 2 简化整定计算的可行性

在微机及信息技术广泛应用的今天,继电保护装

置的原理越来越先进,性能越来越可靠。目前四川电网 220 kV 及以上线路均配置了两套完整的、独立的全线速动数字式主保护。每套主保护对全线路内发生的各种类型故障均能无时限动作切除故障;每套主保护均具有独立选相功能,可实现分相跳闸和三相跳闸;断路器有两组跳闸线圈,每套主保护分别启动一组跳闸线圈。在运行中,即使因装置原因停用一套保护,仍有一套保护能正常运行。同时根据运行经验和统计数据,电网发生的故障绝大部分是由纵联保护动作切除,后备保护动作极少,且一般都是在特殊情况下由动作时间最长的最末段动作,后备保护中的 II 段保护几乎从未动作过。因此,“加强主保护,简化后备保护”的简化整定计算是切实可行的。四川省调继保处按照这一思路进行整定计算已有数年的实践,从未出现任何由简化整定计算引起的事故。

## 3 简化整定计算的原则和方法

### 3.1 纵联保护整定计算的原则和方法

纵联保护作为线路的主保护,对保证电网的安全稳定运行,起着举足轻重的作用。

纵联保护的突变量启动元件按最小方式下线路可能的高阻故障,故障相电流应有足够灵敏度同时躲过正常负荷电流波动最大值整定。并保证在被保护线路末端经高阻接地时有足够灵敏度,一般取  $I_{0D} =$

240 A(一次值)。需要注意的问题是:必须保证线路两侧定值(一次值)一致,这样两侧保护才可以一起启动;其次,保护中每个 CPU 的突变量启动电流应整定相同。

零序启动电流,这种电流启动方式是保护启动元件的另一种方式,零序辅助启动元件在线路经过渡大电阻接地短路且突变量启动元件灵敏度不够时作为辅助保护装置启动,启动电流值按躲过稳态最大零序不平衡电流整定,同时保证零序启动电流  $I_{0qzd}$  小于零序过流 III 段电流  $I_{0zd3}$ ,一般取  $I_{0qzd}=120$  A(一次值)。如因 TA 变比问题不能整定时,取最小能整定的值,同时必须保证线路两侧定值(一次值)一致。

纵联零序方向电流按线路可能的高阻故障有一定的灵敏度整定,同时保证零序方向过流定值  $I_{0zdf}$  大于零序过流 III 段定值  $I_{0zd3}$ 。取  $I_{0zdf}=300$  A(一次值),同样必须保证线路两侧定值(一次值)一致。

纵联差动电流定值按保证线路末端短路有足够灵敏度且不小于 4 倍的电容电流整定,一般取 600 A(一次值),相应地,两侧定值(一次值)也要保证相同。

### 3.2 后备保护整定计算的原则和方法

在继电保护和安全自动装置技术规程中要求 220 kV 及以上线路的后备保护宜采用近后备方式。因此主保护拒动应由故障线路的后备保护切除故障,不应由相邻线路的后备保护切除故障。前者讲的是灵敏性,即要求故障线路后备保护必须对线路任何位置故障有足够的灵敏度;后者讲的是选择性,即后备保护与相邻线路保护的配合关系。

过去后备保护的整定原则是逐级配合,即保护范围和动作时间均取得配合,缺一不可。但在实际整定计算工作中,很难做到完全按照理想原则整定,常常遇到选择性与灵敏性、选择性与速动性的矛盾,整定计算工作在很多情况下就是协调这些矛盾,根据电网的实际情况做出取舍。而按照加强主保护、简化后备保护的思想,因为线路配置有独立、完善的双重主保护,应允许后备保护的整定计算作相应简化,简化后备保护的配合关系,也就是采用一种不完全配合原则。具体办法为:正常情况下线路发生故障时由纵联保护切除故障,不依靠后备保护,只在特殊情况下再考虑其作用。在计算后备保护定值时不考虑与相邻线路后备保护的完全配合关系,即后备保护 II 段与相邻线纵联保护配合整定,定值只要求保证本线路未故

障有足够灵敏度,时限统一为 1.0 s。在本线路两套纵联保护都停用,线路又不允许停电的特殊情况下,将本线路后备保护 II 段时间调整为 0.3 s 这样即保证了本线路后备保护与相邻出线保护在时间上的配合关系。同样后备末段在保证本线路末故障有足够灵敏度的同时力争作相邻设备的后备,动作时限按统一整定。这样不仅保证了保护动作的选择性和灵敏性,同时大大简化了复杂的后备保护的配合关系,计算工作量锐减,在运行中当电网结构发生改变,可少调整甚至不调整保护运行定值。经过四川电网近年来的实际运行情况来看,此保护整定方案是切实可行的,在保证电网安全运行的情况下,既减少了调度及运行人员繁琐的定值修改工作,又简化了保护人员累赘的计算工作。

#### 3.2.1 距离保护的整定

接地距离 I 段和相间距离 I 段阻抗值分别按线路全长的 70% 整定,以确保定值整定范围不伸入对端母线,动作时间取 0 s。

接地距离 II 段和相间距离 II 段阻抗值按确保线路末端发生金属性故障有足够灵敏度整定。这是因为 220 kV 及以上系统的所有线路的接地距离 II 段和相间距离 II 段定值只考虑与相邻线路全线速动保护相配合整定,并不伸出相邻变压器中压侧。

为保证线路末端故障有不小于规程规定的灵敏度且尽可能躲变压器其他侧母线故障。对距离保护的灵敏度根据线路长度要求如下:

- 1) 50 km 以下线路,灵敏度为 1.8,但一次定值最低不得小于 6  $\Omega$ ;
- 2) 50~100 km 线路,灵敏度为 1.7;
- 3) 100~200 km 线路,灵敏度为 1.4;
- 4) 200 km 以上线路,灵敏度为 1.3。

相间距离 III 段按躲线路最大事故过负荷电流并在本线路末故障有足够灵敏度整定,同时力争能作相邻线路和变压器的后备保护。接地距离 III 段阻抗值取与相间距离 III 段相同值。距离保护 III 段时限均与相邻线路距离 II 段时间及变压器后备保护时限相配合整定,所以全网相间和接地距离保护时限按统一时限整定。由于 500 kV 变压器和 220 kV 出线的保护配置较完善,同时作为 500 kV 系统的后备保护也应以较快的时间切除故障,因此 500 kV 相间和接地距离 III 段与 500 kV 主变的后备保护跳本侧段(未考虑与跳三侧的后备保护时间配)及 220 kV 出线后备 II 段

时限相配整定,时限都取  $3.5\text{ s}$  而  $220\text{ kV}$  线路的距离保护考虑了与相邻变压器后备保护完全配合的问题,因此相间距离 III 段时间取  $5.5\text{ s}$  接地距离 III 段取  $4.0\text{ s}$  (四川电网整定原则规定  $220\text{ kV}$  变压器接地后备保护的最长动作时限为  $3.5\text{ s}$  相间后备保护的最长动作时限为  $5.0\text{ s}$  因而与线路的后备保护在动作时限上是配合的)。

目前系统采用新型号的保护装置越来越多,这些装置靠负荷限制电阻动作特性来可靠躲过事故过负荷,因此距离 III 段定值可按灵敏度整定。为防止线路跳闸后,大功率转移,引起线路连锁跳闸,要求  $220\text{ kV}$ 、 $500\text{ kV}$  线路距离保护躲过线路热稳定功率,负荷限制电阻定值根据线路截面取值。

### 3.2.2 方向零序电流保护的整定

经过近年来的继电保护改造工程,四川电网  $220\text{ kV}$  及以上的线路保护装置的技术性能和设备健康状况均有较大的提高,线路均配置了双套纵联保护;双套允许接地电阻较大的三段式相间、接地距离保护和双套方向零序电流四段式或两段式保护 (LFP-900 或 RCS-900 系列保护装置未配置方向零序电流 I 段保护)。总之,随着系统纵联保护的加强和接地距离保护的广泛采用,方向零序电流保护的作用越来越不明显。

方向零序电流 I 段保护范围短,适应系统运行方式变化的能力差,在电网发生连续故障时,还可能由于网架的变化而导致误动。现在方向零序电流 I 段的保护功能完全可以由双套允许接地电阻较大的接地距离保护 I 段代替。因此,目前四川电网  $220\text{ kV}$  及以上线路配置的所有方向零序电流 I 段和零序电流不灵敏 I 段保护都停用。

由于接地距离 II 段定值确保了被保护线路末端故障有灵敏度,方向零序电流 II 段的整定作了适当简化,按规程规定与相邻线纵联保护配合,即躲相邻线末端最大接地短路电流整定,在系统为最大运行方式下灵敏度大约  $1.0$ 。对线路配置的为四段式方向零序电流保护的微机保护装置,其整定原则 III 段整定原则同 II 段,即 II 段和 III 段采用相同的保护定值。

零序最末段 (III 段或 IV 段) 定值按保线路经高阻接地时有一定灵敏度整定。目前可能出现的最大接地电阻:  $500\text{ kV}$  线路为  $300\ \Omega$ ;  $330\text{ kV}$  线路为  $150\ \Omega$ ;  $220\text{ kV}$  线路为  $100\ \Omega$ 。三种情况下,通过故障点的电流都在  $1000\text{ A}$  左右,按线路两侧均匀分配并考

虑一定的灵敏度,最末段零序电流整定为  $300\text{ A}$ 。如果考虑纵续动作,后跳侧保护的灵敏度会更高。所以零序最末段一般不大于  $300\text{ A}$ ,时间为  $4.0\text{ s}$ 。

方向零序电流保护 II、III (四段式) 段带方向,零序电流最末段和不灵敏 II 段不带方向。

### 3.3 综合重合闸整定原则

$220\text{ kV}$  及以上系统的线路综合重合闸一般采用单重方式。全网只有纵联保护、接地距离 I 段启动重合闸,相间保护和带延时的接地保护均不启动重合闸,保护动作直接三相跳闸。

$220\text{ kV}$  线路的重合闸单重时间一般为  $1.0\text{ s}$ 。部分线路根据运行方式处提出的系统稳定计算结果的要求,将重合闸时间整定为  $0.5\text{ s}$  这样带来的后果是重合闸重合成功率的降低。

$500\text{ kV}$  系统的边开关的重合闸时间整定为  $1.0\text{ s}$  为避免  $3/2$  或  $4/3$  接线方式的中开关在线路发生永久性故障时同边开关一起再次重合于故障,因此中开关的重合闸时间比边开关延时  $0.5\text{ s}$  均整定为  $1.5\text{ s}$ 。

## 4 结束语

四川省调继保处从电网运行生产实际出发,以“强化主保护的作用、简化后备保护的配合”的整定原则,在整定上实行标准化管理。从计算工作中找出规律、抓住重点,化繁为简制定标准。大大提高了保护整定计算的工作效率,妥善解决了基建、运行任务繁重、时间紧迫情况下大量继电保护整定计算和调整保护定值易出错的矛盾,具有广泛的推广价值。国网公司颁布的“继电保护和安全自动装置技术规程”及“保护装置标准化设计规范”已经采纳了这项理念。

### 参考文献

- [1] 王梅义. 电网继电保护应用 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
- [2] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编 (第二版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.
- [3] 崔家佩, 孟庆炎, 等. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1993.
- [4] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术 (第三版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.

(收稿日期: 2009-01-10)