

由多种方向元件构成高压线路 主保护的应用探讨

赵志华 郑建欣 易永辉 王 强 许昌继电器研究所(461000)

摘要 线路保护广泛采用方向比较原理构成线路的主保护,但常规的高频方向保护不能反映三相短路,并且在某些特殊方式下需退出工作。本文介绍一种将正序故障分量方向元件与其它方向元件融为一体构成线路主保护的可行性及原理,并举例介绍了这种原理在微机高频保护装置上的应用,这种装置有动作速度快、可靠性高等优点。

关键词 正序故障分量 方向元件 主保护

引言

高压及超高压供电系统,由于电网的容量增加而具有一个相当高的短路功率,因此在输电线路故障的情况下,为减轻对电网设备的冲击及对电网稳定性的影响,线路保护必须可靠、迅速、有选择地确定和排除危险的运行状态和故障。

目前,线路保护广泛采用方向比较原理构成线路的主保护,具有很丰富的运行经验,但常规的高频方向保护(如零序、负序或相电压补偿等)都不能反映三相短路,需附加其它元件来对付这种故障,且有些保护在系统处于非正常运行方式下要退出工作,影响电力系统的安全稳定运行。基于此,我们研制了一套集多种方向元件的优点于一身的新型原理的微机线路保护装置,该保护在一般情况下主保护都由正序故障分量方向保护切除故障,而对一些复杂故障(如非全相运行过程中健全相再发生故障,振荡过程严重时再发生的故障),则自动切换为健全相工频变化量方向或零序、负序方向来切除这种复杂故障,切实保障电力系统的安全稳定运行。

1 原理分析

在线性网络中发生故障时,都可按叠加原理进行分析。超高压输电系统在正常时可看作一线性网络,因此可以采用叠加原理分析。当系统中发生任何类型故障时,均可分解为正常分量和故障分量,按对称分量理论,三相系统中电气量在任何情况下都可分解为正序、负序、零序三个旋转的对称分量。因此可将故障时正序分量分解为正常分量和故障分量的叠加。

在正常工作状态下所存在的基本上是正序分量,在不对称接地短路时出现零序、负序分量,在三相不对称短路时出现负序分量,因此,负序和零序量包含有故障信息,该故障分量在系统恢复正常之前将一直存在,属于稳态故障分量,可用于持续判别故障,在保护技术中得到广泛应用,缺点是不能反映三相短路。

由于正常状态下有正序分量存在,这就给从正序分量中提取故障信息带来困难,微机技术的应用,各种分量的选取变得很容易了。在消除正常分量的条件下,正序故障分量就成为一个

比负序、零序分量更为完善的新的故障特征,在各种对称和不对称短路时都会出现正序分量,也就是说,在正序故障分量中包含有更丰富的故障信息,在系统进入稳态后,该故障分量将不再存在,属于暂态故障分量,只能进行一次故障判别。

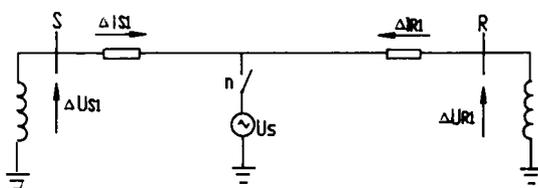


图 1

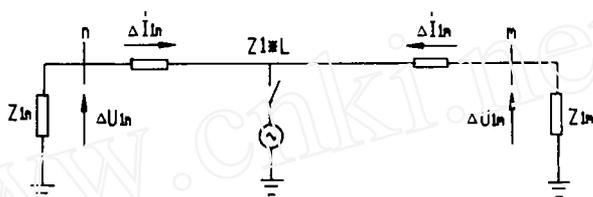
图 1 中示出一个简单系统发生故障时的正序分量等效网络,故障点附加电源是由故障前该点电压和故障边界条件决定的,故障分量按其性质可分为不同的成分:

$$\begin{cases} \Delta i_{s1} = \Delta i'_{s1} + \Delta i''_{s1} \\ \Delta u_{s1} = \Delta u'_{s1} + \Delta u''_{s1} \end{cases} \quad (1)$$

其中 $\Delta i'_{s1}$ 、 $\Delta u'_{s1}$ 为正序故障分量中的稳态成分,即工频量。

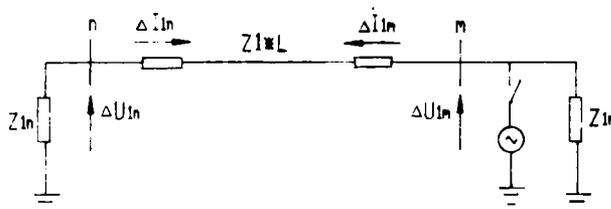
$\Delta i''_{s1}$ 、 $\Delta u''_{s1}$ 为正序故障分量中的暂态成分,即非周期分量和谐波分量。

本方向元件采用稳态分量 $\Delta i'_{s1}$ 、 $\Delta u'_{s1}$ 相位关系来检测故障发生的方向。



(a)

图 2a 中示出保护线路内部发生各种类型故障时正序故障分量等效网络。在超高压系统中,输电线路保护均取线路侧电压并规定电流的正方向为由母线流入被保护线路,当用 Δu_1 和 Δi_1 分别表示



(b)

图 2

正序电压和电流故障分量中的稳态成分时,按图 2a 的关系式:

$$\begin{cases} \Delta u_{1m} = -z_m \Delta I_{1m} \\ \Delta u_{1n} = -z_n \Delta I_{1n} \end{cases} \quad (2)$$

对保护范围外部故障如图 2b 的等效网络,这时对 M 端保护为反方向,对 N 端为正方向,由图 3b 可得:

$$\begin{cases} \Delta u_{1m} = (z_{1n} + z_1) \Delta I_{1m} \\ \Delta u_{1n} = -z_{1n} \Delta I_{1n} \end{cases} \quad (3)$$

由式 2 和式 3 可见,正反向故障时方向元件检测到的电压和电流关系有明显的区别。在超高压系统中,系统参数和线路参数有较大阻抗角,因此在定性分析中可假定各参数为纯感性,当正向故障时,正序电流故障分量超前正序电压故障分量 90° ,而反向故障时则有截然相反的关系,由此可见,反应 Δu_1 和 ΔI_1 的相位关系构成反应正序故障分量的方向元件具有明确的方向性。

正序故障分量按 5、6 式计算,正序量以 A 相为基准表述如下:

$$\Delta I_1 = \Delta I_a - \frac{1}{2}(\Delta I_b - \Delta I_c) + \frac{\sqrt{3}}{2}j(\Delta I_b - \Delta I_c) \quad (4)$$

$$\Delta \dot{u}_1 = \Delta \dot{u}_a - \frac{1}{2}(\Delta \dot{u}_b - \Delta \dot{u}_c) + \frac{\sqrt{3}}{2}j(\Delta \dot{u}_b - \Delta \dot{u}_c) \quad (5)$$

综上所述,该方向元件具有如下特点:

1. 正确反应所有对称与不对称故障;
2. 区内外故障时有明确的方向性;
3. 对各类故障有较高的动作灵敏度,不存在死区,出口处故障动作灵敏度最大;
4. 方向判断不受选相元件选相结果的影响;
5. 方向判断不受负荷、系统频率变化和过渡电阻、故障初始角的影响。

工频变化量方向元件有与正序故障分量方向元件大致相同的特点,其反映的量为正、负序综合量,以相—相设置的三个工频变化量方向元件,仅能投入一个与故障相有关的方向元件进行故障判断,即该方向元件的投入要求选相结果已经明确。

2 应用实例

采用正序故障分量方向与其它方向元件相结合的原理,我们开发了一种新的微机保护装置 WXH—25x,它采用 MCS—96 系列单片机,适用于 110kV 及以上电压等级系列输电线路保护,也可用于单端电源的输电系统。

在硬件上充分吸取了国内微机保护的研究经验,采用 VFC 压频变换原理,多 cpu 结构,另外设置了试验(cpu)插件及接口(cpu)插件,简化生产调试,并能完成人机对话功能(带液晶显示)。

该装置的主保护包括高频正序故障分量及工频变化量,负序、零序方向保护。此外,装置还具有距离保护,零序保护及综合重合闸功能,这 4 种功能由 4 个硬件完全相同的保护(cpu)插件配置不同的软件来实现。

2.1. 高频保护插件各方向元件之间的配合

2.1.1 系统发生故障后,首先投入正序故障分量方向元件,在区内故障时,两侧都判为正方向故障,立即动作切除故障线路,如故障发生在区外,则两侧方向元件的判断结果相反,保护不会误动作,40ms 后退出正序故障分量方向保护而自动投入负序、零序方向保护(带 60ms 延时),100ms 后启动元件又自动投入,若此时再发生区内故障,仍可由正序故障分量方向元件将故障瞬时切除,直至整组复归。

2.1.2 系统发生区内单相接地故障,由正序故障分量高频保护切除故障后的非全相运行过程中,自动投入健全相的工频变化量方向元件,(正序故障分量方向元件退出),如此时健全相又发生故障,则两健全相的电流差突变量元件动作,投入两健全相工频变化量方向元件,如为正方向,则动作停信,待两侧停信后,动作跳三相。

2.1.3 在系统发生振荡的过程中,此时保护必已启动(无论是静稳破坏还是动稳破坏引起的

振荡),投入负序、零序方向元件,此时,用于开放正序故障分量方向元件的启动元件(带浮动门槛)也投入工作,一旦该启动元件动作,则立即投入正序故障分量方向元件而退出负序、零序方向元件,如为区内故障,则将故障瞬时切除。

2.1.4 区外转区内故障:启动元件启动后投入正序故障分量方向元件;因两侧的方向元件判断结果相反,保护不会误动作。40ms后自动投入负序、零序方向元件,(该保护带60ms延时)100ms后正序故障分量方向元件可由启动元件重新投入,在启动元件没有再次动作的情况下,负序和零序方向一直投入直至整组复归,如区外故障后的100ms时间内区内又发生不对称故障,则可由负序、零序方向带60ms延时切除,在100ms后再发生区内任何类型的故障,都将由正序故障分量方向保护瞬时切除。

2.2 装置的主保护能使用于单端电源的输电系统,对弱电源侧采用 Δi 很小而 Δu 很大的逻辑来判断发生的区内故障,一旦判出区内故障,立即向对侧发出允许跳闸信号,以保证对侧保护可靠跳闸,(但弱电源侧不进行跳闸)

2.3 装置的重合闸具有单相永久故障判别功能,在线路发生单相永久性故障时,装置能判断出发生了永久性故障而闭锁重合闸,使系统减少一次故障的冲击,并减少了开关的动作次数,增加其使用寿命,对电力系统的安全稳定运行具有一定的积极作用。

3 结论

正序故障分量方向原理与其它方向元件相结合的先进性,加之WXH—25x装置硬件的合理可靠,必将为电力系统的安全稳定运行做出贡献!

参考文献

1. 葛辉中. 高压输电线路高频保护. 北京:水利电力出版社,1987年9月.
2. 王梅义等. 高压电网继电保护运行技术. 北京:水利电力出版社,1984年10月.
3. 王安定、葛耀中. 反应正序故障分量的方向元件研究及计算机仿真试验结果. 西安交大科技报告,1985年12月,85~564.

标准编制信息动态

随着国家材料标准的补充和修改,为了推动企业的技术进步,提高产品的质量和竞争力,满足继电器行业的科研和设计的需要,方便科研设计人员对设计常用材料的选用。根据企业标准化工作的要求,由许昌继电器研究所与阿城继电器厂联合编制了《继电器、继电保护及自动化装置设计常用材料手册》,现已完成初稿,并于1995年1月10日至15日在阿城继电器厂召开了主要领导及主编人员合稿讨论会,对完成的部分进行了审查,完成了目次定稿,并对补充内容进行了讨论与协商,制订了下一步的工作计划和任务,预计1995年3季度完成印刷。

本手册主要内容包括:“材料性能要求”和“材料入厂检验”两大部分。这两大部分均以现行的国家标准和行业标准为依据,共分电工用钢、黑色金属、有色金属、绝缘材料、电线、电缆,油漆、塑料、树脂及胶、润滑剂、其它等十大类190余种材料的性能及入厂检验要求。

陈艳玲

《继电器》1995年 第1期 37