

11 型微机线路保护原理缺陷浅析与应用对策

鄢安河, 胡家跃, 杜凌

(河南电力调度通信中心, 河南 郑州 450052)

摘要: 11 型微机线路保护是我国自行研制的第一代产品的典型, 在全国高压网络中应用较早且数量很大。它的出现使继电保护装置的构成和实现方式产生质的飞跃, 使我国的线路保护一举跃入单片机时代。结合运行中的实际问题定性分析、探讨该保护软件可完善的方面及应用注意事项, 供运行及科研的同行参考。

关键词: 微机保护; 对策; 距离保护

中图分类号: TM773 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)06-0065-03

0 引言

11 型微机线路保护是我国自行研制并在全国高压网络中较早应用且大面积推广的产品, 它使我国的高压线路保护跨过了不稳定、结构复杂的集成电路阶段, 开始了以单片机为核心的微机保护时代。11 型微机线路保护极大地提高了保护的稳定性, 由于内含自检程序, 可以检测一部分硬件的毛病, 并在装置运行中及时提供内部故障信息, 其运行可靠性很高。此外, 调试、维护和运行使用也简单多了, 得到了用户的青睐。

11 型微机线路保护继承了我国传统保护的优点, 很多性能在原有的基础上得到了拓展和提高, 同时吸取了国外某些保护的优点, 因而功能增强, 更加符合我国的国情。15 型微机线路保护除了高频保护与 11 型不一样, 采用了方向保护之外, 其余则与 11 型保护一样。由于其硬件与 11 型相同, 便于维护和使用, 在微机保护出现的早期, 11 型配 15 型微机保护而构成双套主保护的形式在 220 kV 系统中曾得到了广泛应用。

随着应用面积的扩大和时间的推移, 各种类型故障的考验随之而来, 从而暴露出 11(15) 型保护原理及程序设计中的一些问题。微机保护象其他事物一样, 也有逐步成熟的过程。11 型保护的软件虽然几经升级, 原理上依然存在一些缺陷。现在, 随着芯片制造技术的进步, 基于 32 位 DSP 或者 INTEL386 等芯片的高性能、高可靠性微机保护已经研制出来, 并且开始进入大规模应用。但是, 因为在电力系统中 11(15) 型保护不仅数量多, 而且它们还要运行很多年。这样, 研究该类保护装置以服务于电网是非常重要的。本文结合几个典型事例, 说明该保护可

以改进的地方和应用中需要注意的方面。限于篇幅, 本文中不再描述有关故障的详细过程, 因为那些已经不是主题, 无助于分析保护行为而得到的结论。

1 事例和分析

1.1 经过振荡闭锁的距离 DZ I 段误动

传统距离保护启动后, 短时开放距离 I、II 段, 保护正常投入, 如确为系统故障, 距离 I、II 段能够根据故障出口。超过一定时间后, 为防止保护误动, 则闭锁保护的 I、II 段。11 型微机保护中的距离保护在装置启动后, 如果没有保护动作, 就进入振荡闭锁模块等待(同老保护)。但是, 该保护在振荡闭锁模块中有 DZI 保护, 如果此时再有故障, 距离元件计算结果落入 I 段的阻抗之内, 则距离元件 DZI 出口跳闸, 即它仍能使等效的 I 段保护投入使用。11 微机保护的这一设计克服了传统保护一旦振荡闭锁动作则距离 I、II 段全部退出的缺点, 装置仍能快速切除故障, 保证系统安全运行的能力大大增强。

本来是 11 型保护优点的这一设计, 却出现了问题。某一线路带有冲击负荷, 其电流的变化量常常可使保护装置启动。当扰动负荷使保护启动后, 负荷侧突然出现 PT 三相开关快速跳闸, 造成保护失去电压, 该侧距离保护经振荡闭锁的 DZI 段出口误动跳三相。

根据本次事故, 明显发现振荡闭锁模块的不足。电力系统中 PT 断线的事件并不少见, 单纯 PT 断线出现误动也不多, 本文的这一次算是特例。尽管本例情况特殊, 从微机保护的构成来讲, 就象这样的 PT 断线, 完全是可以避免误动的。11 微机保护的振荡闭锁模块没有再次故障逻辑识别部分, 同时也没有测试采样中断中的 PT 断线标志, 仅仅依赖阻抗

计算便发出跳闸令,这一点是缺陷所在。是不是真的有故障,根据进入装置的电压和电流判断不太困难。凡是电压或电流出现突变,应该一相中的电压和电流同时有变化。如果增加这一判据,则该保护装置的振荡闭锁部分更加完善,可靠性就更高了。

1.2 跨线故障

某厂有同塔共架的两回线路,因大风将一铝箔刮上导线,导致两回线出口异名相的跨线故障。本次故障,两回线都出现了很大的零序电流,但是因没有接地,系统没有零序电压和电流,零序电流保护及高频零序都未动作,相当于保护拒动。由于在线路出口故障,母线电压降得很低,一段接地距离动作出口三相跳闸,才算没有酿成大祸。

不接地的跨线故障对每回线路而言都属于单相故障,单相故障原则上由反映接地故障的保护如零序电流或接地距离保护来切除。但是,因为这种故障系统没有零序电压,带方向的零序电流保护就不能反映此类故障,致使零序电流保护和高频零序不动作。对于这种情况,线路实际上失去了一个最重要的保护,对安全构成了威胁。本次故障发生在一个大型发电厂的出线上,三相跳闸使送出线路减少,对系统带来一定影响。

不接地跨线故障对系统而言是典型的两相短路,因为没有接地,系统中没有零序分量,母线 PT 也没有零序电压。但是对每条线路而言,电流互感器二次侧的零序过滤器将输出纯粹的零序电流。由于本保护中程序设计没有考虑处理这种故障,虽然出现了零序电流,而且电流值很大,却不能用零序电流保护来保护线路。从目前保护的程序来看,该保护不能用于解决跨线故障。

电力系统的故障是复杂的,单靠一种保护来切除各种各样的故障是不现实的。一方面在保护装置选型的时候,应该尽可能选不同原理和不同厂家的产品,使之互相补充。另一方面,针对不同的线路结构,应该选用不同的保护,以此保证电力系统的安全运行。

1.3 两种距离保护的工作方式

由单相演变为三相故障属于典型发展性故障,理论上讲相间距离保护应该正常动作。传统整流型保护的相间阻抗及接地阻抗保护都是并联运行的,发展性故障该动作的保护可以不受其它因素影响而正确动作。但是,微机保护却不同,在同一个 CPU 中的多套保护有的可以看作是串联工作的。

某站有一馈线,因其施工不慎在出口将 A 相接地,随即发展成三相故障。三相故障属于相间距离保护的工作范畴,按照保护定值的时间,0 s 就该发出跳闸令切除故障。可是根据故障录波器所反映的跳闸时间,远大于相间距离保护 II 段的动作时间。由于保护动作迟缓,导致线路烧断。本次故障发生在线路的变电站出口,相间距离保护居然没有反应,着实令人费解。在认真分析了故障录波的信息、仔细核算了定值、全面检验了保护装置之后,保护行为的分析经历了一番困惑,才开始转向研究其原理方面存在的问题。

从 11 型线路微机保护装置的距離保护程序原理框图可以看出其程序首先经过故障相别、类型等判别,一旦定为单相故障时,程序则转向接地距离的计算部分,如果在这时候单相接地故障转换为两相故障或者三相故障,程序仍然执行接地距离的计算。也就是说,当故障性质改变以后,程序已经不可能再进行识别,程序将一直在接地距离的计算中反复测算阻抗值和时间,如果计算阻抗小于某一段定值,程序将按这一段定值所对应的时间开始计时,当延时时间达到设定的值之后,接地距离保护出口跳闸。如果接地距离保护相关段没有输入合理的定值(阻抗为 0 或时间很长),遇到发展性故障就等于没有保护,这是非常危险的。

本次故障是一次非常典型的发展性故障,从中反映了 11 型线路微机保护装置的一个缺陷。但是,如果认真研究了它的程序框图后就可以清楚这并非是一个致命的错误,在使用过程中只要采取一定的措施是可以补救的——接地距离保护一定要填有定值。事故之后,我省系统内对该型保护的接地距离保护定值进行了检查。因故没有定值的,一定要进行计算,填入适当的接地距离保护定值,以确保在各种情况下微机保护都能正确动作。采取了这一措施之后,该保护的一个缺陷被避免了,发挥了装置的潜力。

1.4 高频保护停信延时确认时间不足

在国内长期应用中,11(15)型线路微机保护装置的高频保护出现过多次不明原因的误动,虽然保护软件经过数次升级,但是该类装置不正确动作的现象时有发生。1998 年初,我省的一条线路在区外故障时 11 型微机高频保护又出现了误动,这一次通过对收发信机收信输出继电器触点的录波,捕捉到收信输出与工频电流同步的约 5 ms 缺口的重要现

象。在收集了现场的一些资料、结合故障录波结果,我们进行了认真的分析,并且得出了初步结论。随后,我们在现场就地模拟工频电流串入高频电缆后收发信机的工况。试验表明,高频电缆芯线中流过的工频电流 $I > 2.5 \text{ A}$ 后,高频保护收发信机的输出变压器出现饱和,高频信号不能连续输送到线路上,形成与工频同步的缺口,造成保护不能被闭锁而误动。

过去,11 型微机高频保护为了提高动作速度,在可靠收信后停信确认时间仅仅一点几个毫秒。由于收发信机配合等问题,这么短的时间是导致当时一段时期内出现误动的原因之一。后来,为了提高该高频保护的可靠性,软件进行了升级,其中 5.1 版的停信确认时间已延长到 5 ms。这个时间在一般情况下可以躲过外部高频电磁场干扰造成的收信缺口,从而保证高频保护可靠工作。但是,从上述介绍的内容可以看出,由于收发信机和高频通道忽略了一个重要问题,却引发了电网接地故障时的工频干扰。

在仔细观察了故障录波图后,发现安装 5.1 版软件的高频保护依然不能可靠躲过小于 5 ms 的收信缺口,这就是说保护软件的某些技术数据值得怀疑。随后,围绕这个问题开展了一部分工作,并由动模试验证实了 5.1 版高频保护软件停信延时确认时间不足的缺陷。5.1 版停信延时确认时间实测最短为 1.8 ms,达不到预定的停信延时确认时间。在了解了有关软件的细节后,基本上明白了这是几个版本共同存在的重大缺陷。到此,11(15)型微机高频保护误动的原因基本上清楚了。首先,保护软件中的停信延时确认时间过短,不能够躲避线路两端收发信机配合不好造成的或者如前所述的收信缺口。其次,在广泛使用宽频率阻波器和结合滤波器,而且保护使用的高频电缆外皮两端接地的情况下,接地

故障时工频电流能够进入高频回路而致使收发信机或结合滤波器饱和(此外,我们最近还发现了国内多数收发信机在外部停信回路中的一个致命缺陷,因为它不属于本文所叙述的范畴,不再详述)。因为找到了软件的缺陷所在,有关厂家修改了程序。经过动模试验,我们确认了软件的可用性。

11(15)型微机高频保护的两项改造“升级软件和高频电缆回路串电容”的反措实施后经受了多次故障考验,效果令人满意。

2 结论

11 系列微机保护目前仍然在大量使用,在一段时期内还不会被淘汰。正确认识该保护,扬长避短,就能够保证系统的安全运行。有关 11 系列微机保护应用文章很多,本文提及的问题有一定的代表性,在实际应用中只要注意到这些方面,11 系列微机保护的运行还是令人满意的。

参考文献:

- [1] 杨奇逊,张振华(YANG Qi-xun,ZHANG Zhen-hua). 11 型微机高压线路保护装置软件设计说明(Software Design Introduction of 11 Type Microprocessor-based Line Protection Set) [Z]. 1993.
- [2] 郭效军(GUO Xiao-jun). WXB-11(C)、15 微机高压线路保护装置(The WXB-11(C),and 15 Type Microprocessor-based Line Protection Set) [Z]. 1997.

收稿日期: 2003-07-08

作者简介:

鄢安河(1952),男,高级工程师,从事电网运行及继电保护技术工作;

胡家跃(1959),男,高级工程师,从事电网继电保护运行及管理工作;

杜凌(1962),男,高级工程师,从事电网继电保护运行及管理工作。

Principle flaws analysis and application countermeasures of 11 type microprocessor-based line protection

YAN An-he, HU Jia-yue, DU Ling

(Henan Electric Power Dispatch & Communication Center, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: The 11 type microprocessor-based line protection, which is the typical model of first-born products made in China, is early used with a large amount in nationwide high-voltage networks. Its popularization makes the structure and realization of relay protection optimized fundamentally, which makes our line protection step into the period of single-chip processor.

Based on the practical problems of its operation, this paper tries to analyse and research perfectable and applicable aspects qualitatively, so as to give a reference for people who work at the field of operation and scientific research.

Key words: microprocessor-based protection; countermeasure; distance protection