

我国微机继电保护的发展历史现状与展望

张 举 黄少锋 华北电力大学 (071003)

摘要 本文论述了我国微型继电保护的发展历史以及微型高压线路保护的运行情况,对微型元件保护及低压线路微机保护的发展状况作了介绍,并对微机保护的发展方向进行了讨论。

关键词 微机保护 元件 线路 发展方向

1 微机继电保护的发展历史

自从 1984 年 4 月 12 日由杨奇逊教授主研的第一套微机线路保护装置在河北马头电厂投入运行以来,微机继电保护的发展已经历了 11 年的历史,在我国,微机继电保护的发展大体上经历了三个阶段,第一阶段为以单 CPU 的硬件结构为主,数据采集系统由逐次逼近式的 AD574 芯片构成,硬件及软件的设计符合我国高压线路保护装置的“四统一”设计标准,其代表产品为 WXB-01、WXH-1A 型微机高压输电线路保护装置,第二阶段为以多个单片机构成的多 CPU 硬件结构为主,数据采集系统为 VFC 电压-频率转换原理的计数式数据采集系统,硬件及软件的设计方面吸取了 WXB-01 型微机保护装置的成功运行经验,针对 01 型保护存在的问题进行了改进,同时,利用多 CPU 的特点,强化了自检和互检功能,使硬件故障可定位到插件,对保护的跳闸出口回路,具有完善的抗干扰措施及防止拒动和误动的措施,其代表产品为 WXB-11、WXH-11x 型微机高压线路保护装置和南瑞继电保护工程公司研制的 LFP-900 系列保护装置,第三阶段为以高性能的 16 位单片机构成的硬件结构为主,具有总线不引出芯片,电路简单的特点,抗干扰能力进一步加强,完善了通信功能,为变电站综合自动化系统的实现提供了强有力的环境,其代表产品为四方公司研制的 CSL 及 CST 系列保护装置。

十年来,微机继电保护的研究方向侧重于高压输电线路保护方面,目前在全国各大电力系统中投入运行的微机线路保护装置已超过一千套,主要产品为华北电力大学研究的 WXB-11 系列产品和电力部电力自动化研究院研究的 LFP-900 系列产品。

2 微机高压线路保护的运行情况

微机高压线路保护装置自投入运行以来,普遍受到用户的好评,参考文献^[1]提供的资料表明,我国生产的微机保护装置在原理、性能、主要技术指标以及制造工艺方面已达到国际先进水平,据东北电网的统计资料表明,截止 1994 年底,在东北电网投入运行的 WXB-11、WXH-11x 型微机保护装置共达 180 套,1990~1994 年投入运行的微机保护装置共动作 405 次,其中正确动作次数为 392 次,正确动作为 96.79%,同期 220kV 及以上电压等级的线路上常规保护的正确动作率仅为 93.77%,由此可见,微机保护的正确动作率已超过了常规保护。

微型线路保护装置的不正确动作原因主要有以下几方面:

收稿日期:1995-11-28

《继电器》1996 年第 1 期 3

(1) 元器件质量问题

例如早期的微机保护装置 WXB-01 型产品曾发生过 CPU 板上的电解电容损坏, 电解液腐蚀印刷电路板造成地址数据总线短路以及 AD7506 芯片损坏的情况, 从而导致微机保护误动。

(2) 硬件电路设计不合理

例如 WXB-01 型微机保护的开关量输入电路曾采用 220V 电源, 降压电阻置于插件板上, 运行过程中由于电阻发热导致机箱整体温度升高, 甚至烘烤印刷电路板使其变形, 导致插件接触不良, 使保护装置不正确动作。

(3) 大电流端子质量不好

系统中曾经发生过交流插件中的大电流端子在插件插入时有一相没有顶开用于拔出时短接 CT 二次的插头, 致使交流电流没有引入装置的小变换器, 软件的电流求和自检由于门坎高而不能检出, 当系统中发生故障时造成微机保护的不正确动作。

(4) 由于用户对微机保护的原理不了解

有个别用户对微机保护的原理缺乏了解, 误以为微机保护本身可以将一次定值转换为二次定值, 错误地把一次定值输入到微机保护, 从而导致微机保护误动。

(5) 交流电流回路及交流电压回路接线错误

由于组屏设计时端子排布置不合理曾造成用户接线错误, 此外, 微机保护的 $3U_0$ 与 $3I_0$ 要求均应按极性对极性接入, 这与常规保护中 $3U_0$ 应按反极性接入不同, 也有个别用户对交流回路的接线正确性缺乏严格的检查, 导致故障时保护误动。

(6) 由于变电站中的电压互感器中性点有两个接地点

当系统发生接地故障时, 由于两个接地点之间产生的压降使各相电压发生畸变, 从而使自产 $3U_0$ 的相位发生变化, 不能正确反应故障时的真实相位, 导致区外故障时微机保护误动, 区内故障时微机保护拒动, 例如, 1992 年 8 月 22 日东北电网高台山变电站由于该站中电压互感器两点接地, 致使调高线 B 相接地时微机保护拒动, 1992 年 6 月 17 日东北电网丰乐变电站 110kV 线路发生单相接地故障, 由于该站电压互感器两点接地, 造成两条 220kV 线路的四套微机高频保护误动。

(7) 用户对软件逻辑关系了解不够

例如有的用户希望退出距离二段, 于是将距离二段的 XX2 整定为 0Ω , 将距离二段的时间 TX2 整定为 $0s$, 致使距离保护发生误动, 正确的方法是应将 XX2 整定为 0Ω , TX2 整定为 $9.9s$ 。

(8) 软件设计不周

例如对 PT 断线的判断方法, 原设计用判断 $U_a + U_b + U_c - 3U_0 > \text{门槛 1}$ 来判断 PT 一相和两相断线, 用 U_A, U_B, U_C 三相电压有效值均小于门槛 2 判断三相断线, 门槛 1 原为 $12.5V$, 门槛 2 原为 $2V$, 而电压互感器发生三相断线时, 实测三相电压有效值为 $6V$, 故两种方法都不能判断出, 也已改为门槛 1 为 $7V$, 门槛 2 为 $8V$, 从而消除了漏判。

以上问题除系统方面的原因及用户使用方面的问题外, 其他方面的问题在 WXB-11 型微机保护中均已得到解决, 微机保护装置经过多年的运行实践, 其硬件软件均经过了现场环境的考验, 现场对微机保护的运行调试维护已积累了一定的经验, 1994 年在新疆召开的微机保护研讨会讨论了微机保护的存在问题并审查了由东北电管局和河北省电力局共同编写的“11

型微机保护检验规程”,相信只要制造厂严把质量关,用户严格检验,加强运行维护,微机保护的正确动作率会进一步提高。目前微机线路保护在高压电网中已经成为重要的首选保护。

3 微型元件保护的现状

微机元件保护的研究工作稍晚于线路保护,但是由于微机线路保护的研制成功,积累了许多好的经验,例如硬件的基本构成方案,软件的抗干扰措施等完全可以相互借鉴,因此,微机元件保护的研究工作已经取得了可喜的成果,微型型母线保护装置,微型型变压器保护装置,大型发电机—变压器组的成套微机保护装置均已研制成功并通过了有关部门的鉴定,但是从全国来看,微机元件保护在系统中的运行数量少,运行时间短,运行经验不多,因此,微机元件保护的研究工作需加强,另外还应该看到,大型发电机—变压器组配置的保护种类繁多,主保护、后备保护、异常运行保护的组屏方案有多种;系统中的重要枢纽变电站母线结线方式复杂,运行方式变化多,相对于线路保护来说,元件保护需要引入的模拟量、开关量及需要输出的开关量多,这给元件保护的研究和应用带来了一定的难度,因此,微机元件保护的推广应用尚需一段时间。

4 微型型低压线路保护的情况

近年来,各个制造厂家相继推出了低压网的微机保护装置,这些产品基本上可以分为两种方式,一种方式为“一对一”方式,即一套装置实现一条线路的保护;另一种方式为“一对N”方式,即一套装置实现多条线路的保护。

由于低压线路保护的使用面广,且大多数处于电力系统的基层运行单位,这些单位的技术水平,运行维护管理能力,调试及检测仪器设备均存在一定差距,因此低压系统的微机保护宜于采用积木式结构,对不同要求的用户可选用不同的插件组合,使用户的调试维护工作量尽量减少,使微机保护成为“免维护”保护装置,另外,低压网的微机保护可能安装于一次设备旁边,因此对其抗干扰水平提出了更高的要求,由于低压网的用户广泛,且考虑到无人值班变电站首先在较低电压等级的变电站推广,所以,低压网的微机保护可望出现一个新的局面。

5 微机保护的前景与展望

微机保护的研制工作虽然在我国起步较晚,但发展迅速,经过十年的努力,微机保护的研究和应用工作取得了可喜的成果,但是应该看到微机保护的应用发展不平衡,微机保护的智能作用有待进一步开发,微机保护的运行管理工作尚需进一步提高,笔者就微机保护的进一步发展提出以下几点看法,供讨论和参考。

(1)关于充分利用微机的特点,开发新原理的微机继电保护装置。

国内现有的微机保护装置中,在起动元件,选相元件,阻抗元件中充分利用了突变量的原理;在振荡闭锁中利用了DR/DT的原理;在零序功率方向元件中,根据电压互感器二次是否断线,采用了由软件自动切换取自产 $3U_0$ 或开口三角 $3U_0$ 的方法,总之,为改善保护的性能,在微机保护中采用了一些新原理,但是从大的方面看,微机保护装置在保护的新原理开发上不够充分,需要进一步深入研究和探讨,另外,神经网络的完善和模糊控制理论的应用必将给继电保护新原理的研究开辟一条新的途径。

(2)关于微机保护的硬件

1991年10月曾经在西安交通大学召开过一次微机保护的研讨会,讨论了微机保护的通

用化硬件问题。目前,微机保护的硬件变化十分迅速,高性能,多功能,综合性强的芯片不断推向市场,因此,微机保护的硬件变化快,但是硬件的多样性,过快的更新周期,使得现场难以适应,因此,硬件的相对稳定是有利于现场的,当然,这并不排除局部硬件采用先进的设计,另外,对用户来说,各厂家的产品最好能在端子排布置,模拟量,开关量的引入,开关量输出,键盘命令设置,定值管理,液晶显示菜单方面取得统一,这将极大的有利于微机保护的运行管理。

(3)关于微机型自适应保护的开

所谓自适应保护是指保护系统能够自动地修改其动作参数以响应变化的网络条件,从而保持其最优的性能,这个概念是由 Dyliaaco 于 1967 年首先提出的,常规保护也力图适应系统运行方式的变化,例如电流保护的整定值考虑了最大运行方式下不误动,最小运行方式下的灵敏性,差动保护的制动特性与区外故障时的不平衡电流相适应等,但是由于常规保护不能实时检测系统运行方式的变化和在线修改定值,因此其适应能力差,微机保护与常规保护相比有着根本的区别,利用微机的智能作用,可以获取更多的有用信息,同时借助现代化通信手段可以方便地得到远方信息,这样微机保护通过分析即可最大限度的适应系统运行方式的变化,从而,给微机型自适应保护的发展开辟了广阔前景。

(4)微机保护与变电站综合自动化

近年来,我国的变电站综合自动化技术有了迅速发展,微机保护在变电站综合自动化系统中是一个十分重要的方面,因此微机保护的研究工作应与变电站综合自动化系统相适应,在变电站综合自动化系统中,微机保护装置既要保持其相对的独立性,又要具备与变电站监控系统接口的条件和环境,对无人值守的变电站,要求微机保护的硬件及软件设计应具备与调度端计算机通信的条件及适合遥测、遥控、遥信的要求。

(5)加强微机保护的现场技术培训工作

目前,微机保护装置在电力系统的应用越来越广泛,而现场的继电保护调试维护及运行管理人员的水平参差不齐,有些地方对微机保护的运行管理积累了丰富的经验;但也有些地方对微机保护装置的了解不够,且有关微机保护的资料缺乏,再加上微机保护所涉及的知识面广,因此必须加强对微机保护的技术培训工作,在系统中发生的微机保护装置不正确动作中,有一部分就是由于用户对微机保护了解不够造成的,尽管近年来高等院校、科研单位、制造厂家在微机保护的技术培训方面作了大量工作,但是应该看到这项工作的任务仍然很艰巨,需要各方面的共同努力。

参考文献

- 1 葛耀中. 论微机保护的发展方向. 继电器, 1992. 4
- 2 王中元. 变电站综合自动化系统中有关继电保护问题. 电力自动化设备, 1995. 3
- 3 孙刚. 东北电网 11 型微机线路保护不正确动作情况分析. 电力自动化设备, 1995. 3
- 4 罗斯需. 电力系统计算机继电保护的应用讨论. 电力自动化设备, 1995. 3
- 5 王梅义. 仪用互感器的二次回路接地. 继电器, 1993. 1