

# 电力系统微机保护技术前瞻

刘 柳

(映秀湾水力发电总厂, 四川 都江堰 611830)

**摘 要:**概述微机继电保护技术的成就, 结合典型案例分析当前微机保护存在的不足。展望未来微机保护技术的发展方向和前景。

**关键词:**继电保护; 运行现状; 发展前景

**Abstract:** The achievements of computer-based relay protection technology are summarized, the defects are analyzed according to some typical cases, and the development direction and future of computer-based relay protection technology are previewed.

**Key words:** relay protection; present situation; development future

**中图分类号:** TM77 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-6954(2009)03-0061-03

## 1 微机继电保护的主要特点

当前微机保护充分利用了计算机技术上的两个显著优势: 高速的运算能力和完备的存贮记忆能力, 以及采用大规模集成电路和成熟的数据采集、A/D 模数变换、数字滤波和抗干扰措施等技术, 使其在速动性、可靠性方面均优于以往传统的常规保护, 而显示了强大生命力, 与传统的继电保护相比, 微机保护有许多优点, 其主要特点如下。

1) 改善和提高继电保护的動作特征和性能, 正确動作率高。主要表现在能得到常规保护不易获得的特性; 其很强的记忆力能更好地实现故障分量保护; 可引进自动控制、新的数学理论和技术, 如自适应、状态预测、模糊控制及人工神经网络等, 其运行正确率很高, 已在运行实践中得到证明。

2) 可以方便地扩充其他辅助功能。如故障录波、波形分析等, 可以方便地附加低频减载、自动重合闸、故障录波、故障测距等功能。

3) 工艺结构条件优越。体现在硬件比较通用, 制造容易统一标准; 装置体积小, 减少了盘位数量; 功耗低。

4) 可靠性容易提高。体现在数字元件的特性不易受温度变化、电源波动、使用年限的影响, 不易受元件更换的影响; 且自检和巡检能力强, 可用软件方法检测主要元件、部件的工况以及功能软件本身。

5) 使用灵活方便, 人机界面越来越友好。其维护调试也更方便, 从而缩短维修时间; 同时依据运行经验, 在现场可通过软件方法改变特性、结构。

6) 可以进行远方监控。微机保护装置具有串行通信功能, 与变电所微机监控系统的通信联络使微机保护具有远方监控特性。

微机保护虽有许多优点, 但在发展过程中也存在一些不足, 需要完善。

## 2 案例分析

2007 年 9 月 1 日 22:30 分左右, 某电站出线开关 202DL 误跳闸, 动作信号有: 1 号线路保护动作复归; 2 号线路保护 TA、TB、TC 灯亮; 2 号主变负序过流 T1 灯亮; 4F 机组保护负序过流 1XJ、2XJ 灯亮。经检查发现: 4F 负序过流定值 I、II 段时限为 0 s 是造成误跳闸的主要原因。在事故中 4F 负序过流插件损坏。分析原因为: 该电厂保护班当年 1 月对电站 4F 机组保护装置进行了常规的年检调试工作, 调试人员在保护装置校检完成后, 在工控机上对照打印的校验前的定值进行定值修改, 在固化定值时, 由于工控机与 4F 保护装置之间通讯出现故障, 导致数据未传输到芯片上, 但 4F 机组保护上的定值并未被写入, 工控机上未显示任何异常信号, 因此调试人员认为定值已修改成功, 校验后的定值是工控机上的定值; 在 4F 保护装置运行一段时间以后, 工控机与 4F 保护装置之间通讯

恢复正常, 4F 机组保护数据回读给工控机, 刷新了工控机原有数据, 造成电站 4F 保护负序过流、复合过流时间整定值变为  $0\text{ s}$ 。从这一事故看出, 在工控机与保护装置之间通讯出现故障时, 工控机上不显示任何异常信号, 不能引起运行人员的注意, 这是造成事故的主要原因; 从技术上来说, 工控机应具有定值显示功能, 或者可以直接在保护装置上修改定值, 就不会产生上述出现的事故了。

### 3 未来微机保护技术前瞻

微机保护经过近 20 年的应用、研究和发展, 已经在电力系统中取得了巨大的成功, 并积累了丰富的运行经验, 大大提高了电力系统运行管理水平。近年来, 随着计算机技术的飞速发展以及计算机在电力系统继电保护领域中的普遍应用, 新的控制原理和方法被不断应用于计算机继电保护中, 以期取得更好的效果, 从而使微机继电保护的研究向更高的层次发展, 其未来趋势向计算机化、网络化、智能化、保护、控制、测量和数据通信一体化发展。

1) 微计算机硬件的更新和网络化发展在计算机领域, 发展速度最快的当属计算机硬件, 微处理机的发展主要体现在单片化及相关功能的极大增强, 片内硬件资源得到很大扩充, 单片机与 DSP 芯片二者技术上的融合, 运算能力的显著提高以及嵌入式网络通信芯片的出现及应用等方面。这些发展使硬件设计更加方便, 高性价比使冗余设计成为可能, 为实现灵活化、高可靠性和模块化的通用软硬件平台创造了条件。硬件技术的不断更新, 使微机保护对技术升级的开放性有了迫切要求。特别是现场总线的发展及其在实时控制系统中的成功应用充分说明, 网络是模块化分布式系统中相互联系和通信的理想方式。如基于网络技术的集中式微机保护, 大量的传统导线将被光纤取代, 传统的繁琐调试维护工作将转变为检查网络通信是否正常, 这是继电保护发展的必然趋势。微机保护设计网络化, 将为继电保护的设计和发展带来一种全新的理念和创新, 它会大大简化硬件设计、增强硬件的可靠性, 使装置真正具有了局部或整体升级的可能。

继电保护的作用不只限于切除故障元件和限制事故影响范围 (这是首要任务), 还要保证全系统的安全稳定运行。这就要求每个保护单元都能共享全

系统的运行和故障信息的数据, 各个保护单元与重合闸装置在分析这些信息和数据的基础上协调动作, 实现微机保护装置的网络化。这样, 继电保护装置能够得到的系统故障信息愈多, 对故障性质、故障位置的判断和故障距离的检测愈准确, 大大提高保护性能和可靠性。

2) 20 世纪 90 年代以来, 人工智能技术如神经网络、遗传算法、进化规划、模糊逻辑等在电力系统各个领域都得到了应用, 专家系统、人工神经网络 (ANN) 和模糊控制理论逐步应用于电力系统继电保护中, 为继电保护的发展注入了活力。

人工神经网络 (ANN) 具有分布式存储信息、并行处理、自组织、自学习等特点, 其应用研究发展十分迅速, 目前主要集中在人工智能、信息处理、自动控制和非线性优化等问题。近年来, 电力系统继电保护领域内出现了用人工神经网络 (ANN) 来实现故障类型的判别、故障距离的测定、方向保护、主设备保护等。例如在输电线两侧系统电势角度摆开情况下发生经过渡电阻的短路就是一非线性问题, 距离保护很难正确作出故障位置的判别, 从而造成误动或拒动; 如果用神经网络方法, 经过大量故障样本的训练, 只要样本集中考虑了各种情况, 则在发生任何故障时都可正确判别。其它如遗传算法、进化规划等也都有其独特的求解复杂问题的能力。将这些人工智能方法适当结合可使求解速度更快。可以预见, 人工智能技术在继电保护领域必会得到应用, 以解决用常规方法难以解决的问题。

3) 自适应控制技术在继电保护中的应用自适应继电保护的概念始于 20 世纪 80 年代, 它可定义为能根据电力系统运行方式和故障状态的变化而实时改变保护性能、特性或定值的新型继电保护。自适应继电保护的基本思想是使保护能尽可能地适应电力系统的各种变化, 进一步改善保护的性能。这种新型保护原理的出现引起了人们的极大关注和兴趣, 是微机保护具有生命力和不断发展的重要内容。自适应继电保护具有改善系统的响应、增强可靠性和提高经济效益等优点, 在输电线路的距离保护、变压器保护、发电机保护、自动重合闸等领域内有着广泛的应用前景。针对电力系统频率变化的影响、单相接地短路时过渡电阻的影响、电力系统振荡的影响以及故障发展问题, 采用自适应控制技术, 从而提高保护的性能。对自适应保护原理的研究已经过很长的时间, 也取得

了一定的成果,但要真正实现保护对系统运行方式和故障状态的自适应,必须获得更多的系统运行和故障信息,只有实现保护的计算机网络化,才能做到这一点。

## 4 结束语

中国电力系统继电保护技术的发展经历了 4 个阶段。随着电力系统的高速发展和计算机技术、通信技术的进步,继电保护技术面临着进一步发展的趋势。其发展将出现原理突破和应用革命,由数字时代

跨入信息化时代,发展到一个新的水平。这对继电保护工作者提出了艰巨的任务,也开辟了活动的广阔天地。

## 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, 1998.
- [2] 李宏任. 实用继电保护 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [3] 杨奇逊. 微型机继电保护基础 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1988.

(收稿日期: 2009-01-11)

(上接第 55 页)

的要求,应按照周期对 SF<sub>6</sub> 气体密度监视器(包括整定值)进行预试。

国家电网公司 18 项电网重大反事故措施(试行)关于“预防 SF<sub>6</sub> 断路器及 GIS 故障的措施”明确规定: SF<sub>6</sub> 压力表和密度继电器应定期进行校验。

但大量的密度继电器由于没有专用的接头,必须拆卸后才能进行测试,仅仅为了预试在现场进行大量密度继电器的拆卸几乎是不可能的。另一方面,有些生产厂家密度继电器的接头是定型产品,他们不愿意改变定型设计,从而导致不能严格贯彻执行预试规程和反措的要求。

随着反措贯彻力度的加强,很多厂家也生产出了不拆卸即能实现现场校验的密度继电器。因此在标书和技术协议中应特别强调 SF<sub>6</sub> 密度继电器和指示压力表应具有不拆卸即能实现现场校验的装置,并在投运前认真验收。

有种不拆卸即能实现现场校验的装置类似于管道的三通接头,有两个阀门。当主阀门关闭后,打开侧阀门即可以很方便地用仪器校验密度继电器。校验完成后,关闭侧阀,打开主阀恢复正常运行状态。需要特别注意的是,试验完成后一定要开启主阀门,否则密度继电器的读数无法正确反映 GIS 气室的实际压力,若开关气室漏气未被发现,压力继续降低有可能造成开关无法灭弧发生爆炸的严重后果。

## 2 GIS 设备选型方面其他一些值得注意的问题

1) GIS 开关的短路开断电流应考虑适当的裕度。由于 GIS 设备的维护工作量小、在运时间长,选择短路开断容量应有充分的裕度,以免将来电网运行方式的改变造成 GIS 开关的短路开断电流小于实际安装点的最大短路电流,几年后又开始改造。

2) GIS 设备与主变压器的连接方式应考虑今后检修的方便。

3) GIS 设备的操动机构尽量选择可靠性高、维护方便的产品。

4) 应要求厂家使用符合质量要求的吸附剂,在使用过程中不掉灰。

5) 应要求厂家选用质量优良的二次端子(如菲尼克斯),将二次回路正负电源端子之间用空端子隔开。

6) 应要求厂家提供 SF<sub>6</sub> 气体的总重量和 SF<sub>6</sub> 气体水份与温度变化的关系曲线。

## 3 结论

在 GIS 设备选型阶段认真做好分析比较工作,将会给今后设备的运行、检修和试验带来很大的好处。因此各单位应高度重视 GIS 设备类标书及技术协议的编制、审查工作。同时应注意加强 GIS 方面知识的学习和交流,不断收集、整理经验,加以改进和完善,从而更好地为电网服务。

作者简介:

张华强, (1973—), 工程师, 成都电业局生产技术部, 开关及主变设备专责。

(收稿日期: 2008-12-10)