

继电保护在线校核系统的研究

王 佼, 刘 钊

(国网保定供电公司, 河北 保定 071000)

摘 要: 电力系统继电保护的主要任务是反应一次设备的工作状态, 控制和调节一次设备。随着电网结构越来越复杂, 继电保护定值的整定工作量日益增加, 这必然导致保护定值间的配合日趋困难。就此问题, 提出了解决方案并对继电保护在线校核软件的结构和功能进行了探讨, 对其中关键问题进行了研究。

关键词: 继电保护; 在线校核; 扰动域; 整定计算

Abstract: The main objectives of any relay protection schemes in power system are to response the working state of primary equipment and to monitor and control them. Nowadays, with more and more sophisticated structure of power grid, the adjustment of relay protection setting values increases gradually, which inevitably leads to the hard coordination among the protection setting values. As the result, some solutions are proposed, the structure and function of on-line checking software for relay protection are discussed, and the key problems and technical difficulties are investigated.

Key words: relay protection; on-line checking; perturbation threshold; setting calculation

中图分类号: TM771 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2014)06-0065-04

0 引 言

继电保护装置在电力系统中起着非常重要的作用, 它能够保证电网安全、稳定的运行。而保护定值的准确性又决定着设备故障是否能够灵敏、可靠、选择性地切除^[1]。在传统离线整定系统中, 在最大运行方式下整定、最小运行方式下校验灵敏性的方法已经很难满足所有运行方式的要求, 因为容易导致某些保护发生误动或者拒动的情况, 这将影响电网的稳定性, 造成供电可靠性能的降低。

1 在线校核的优势

在线校核模式较离线整定计算模式的优点在于以下两点。

(1) 传统的整定计算在运行方式的选择上, 给出的定值只是考虑了系统基本的运行方式和正常的检修方式。当电网的运行方式比较特殊时, 调度就要专门另行计算保护定值。而保护定值的在线校核只对系统当前运行方式下定值的合理性进行考虑, 能够适应当前电网存在多运行方式变化的需求^[4]。

(2) 在大多数运行方式下, 离线整定的继电保

护定值都不是最合理、最精确的保护定值, 这就必然造成保护的定值范围缩小、保护的延时变长和保护的不匹配率升高^[5]; 而在线校核模式所校核的保护定值是针对于当前的运行方式, 它能够对不满足保护要求的定值发出报警信号, 从而有效地避免保护误动或拒动。

下面将介绍继电保护在线校核系统的功能与结构, 并就其实现的关键技术的解决给出了解决方法。

2 在线校核系统

所谓在线校核系统, 就是从 EMS 系统中获取电网运行的实时状态来实现在线校核。当监测到系统运行方式发生变化后, 在线校核系统就会针对变化后的电网结构进行故障计算并校核保护定值。在定值不能满足保护的选择性或灵敏性要求时, 在线校核系统会报警并生成定值计算书供工作人员查看阅读^[8]。在线校核系统拥有完全支持电网拓扑结构的图形环境(系统提供图形编辑环境, 在制图的过程中同时自动生成描述电网构架的网络拓扑数据), 在系统运行时仅需获得 EMS/SCADA 的遥测和遥信数据, 即可完成系统实时状态的获取功能, 为系统在实时状态下获取在校校核关心的数据及基于网

络模型部分个性化的处理方法奠定了基础。

在线校核系统采用模块化的设计,它利用图形工具和电网资源模型^[12]来分析电力系统故障并整定保护定值。该系统模块主要包括了故障计算模块、系统维护模块、在线分析故障集模块、仿真校验模块和整定计算模块^[11]。其整体结构如图 1 所示。

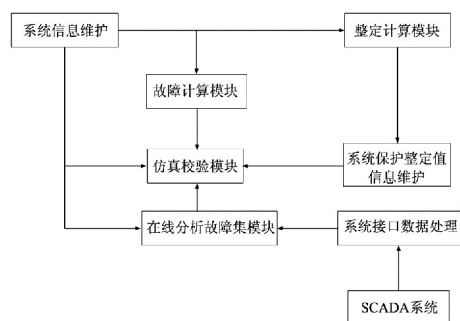


图 1 系统结构

2.1 系统维护模块

系统维护模块利用计算机来实现电网结构和电网资源的录入。电网中的母线和各节点的位置由用户合理设置,各母线和节点之间的连接要求设置合理的路径,用来自动生成电力系统网络拓扑图和各个厂站图。并且可以自动生成保护配置图、各序网图和主接线图,同时可根据用户的实际需求对其进行打印输出和修改等操作。

2.2 故障计算模块

故障计算模块既可以单独分析电网的故障,又可以和保护定值作比较,成为在线校核系统的一个模块。使用该模块,用户可以通过故障计算的界面来设置不同的故障类型、故障点位置以及电网的运行方式,并能利用其强大的故障计算功能,输出故障计算结果。

2.3 整定计算模块

整定计算模块的整定界面是根据保护定值的整定原则来设计的^[4],并且遵守《220~500 kV 电网继电保护装置运行整定规程》和《3~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程》的相关规定。而且,该模块允许用户凭借以往的系统运行经验参与保护定值的整定计算过程,这使得系统能够兼顾专业性和通用性。整定计算模块由整定计算和保护配置两部分组成,可以实现设备的保护定值管理和保护定值的整定计算。

2.4 在线分析故障集模块

在线分析故障集模块^[4]可以依据电网当前运

行方式和电网配置的保护类型,针对电网不同电压等级对应的常见故障过渡电阻或用户设置的典型过渡电阻的范围值等信息,自动针对保护校验生成相应的故障集,通过启动仿真功能模块完成故障集下的电网保护整定情况分析,将存在运行隐患的保护整定项以报告的形式给出,为用户进一步分析和调整保护整定值提供依据,使得保护整定值在当前运行方式下处在合理的配合状态。

2.5 仿真校验模块

在线校核系统的核心组成模块就是仿真校验模块。该模块作用是将整定计算模块所提供的保护整定信息和故障计算模块所提供的故障量信息进行比较,从比较结果来判断保护装置的动作是否具有合理性。而且,在系统的各种运行方式下,该模块可以设置不同的故障类型、电网故障点和保护拒动情况。当仿真校验完成之后,用户就可以很直观地检查系统内各保护装置动作是否正确。并且,仿真校验报告的输出有图形和文字两种方式可供选择。

3 关键问题的解决

3.1 关于实时状态的获取

在线校核系统从监视控制与数据采集系统中获取电力系统的实时数据。当系统的运行方式改变后,在线校核系统就会发出报警信号而且自动启动保护定值整定计算。其中,对定值有影响的主要运行方式的变化包括如下。

(1) 发电机、线路、变压器等一次设备的投退和由设备故障所引起的断路器跳闸。

(2) 发电机出力和负荷的变化,这主要表现为电力系统潮流的改化。

其中,线路电流的变化可以通过定值的比较来实现。对于开关位置的变化,由实际分析可知,在实时数据里只有少数断路器或隔离开关的状态发生了变化,这时的电网结构相对于前一次的状态并没有完全发生改变,只是局部发生了变化。

在电力系统中,一定电压等级下断路器状态的变化所造成的网络物理结构的改变,不会产生跨电压等级的影响,只能影响到本电压等级下母线的模型。可以结合电力系统的这种特点,采取适当的方法来缩小拓扑扫描的范围,并对网络进行局部拓扑处理,从而避免全网拓扑关系重新形成,进而准确、

快速地来反映网络的接线状态。

系统采用静态形成拓扑结构和动态修改拓扑结构的方法追踪开关发生变化后的实时拓扑结构。

静态拓扑分析主要完成对电网初始状态进行全网的拓扑分析,形成电网的初始拓扑结构。静态拓扑分析包括等值节点的形成和电气岛的形成两部分。采用广度搜索的思想,以等值节点的形成为例,其流程图如图 2 所示。

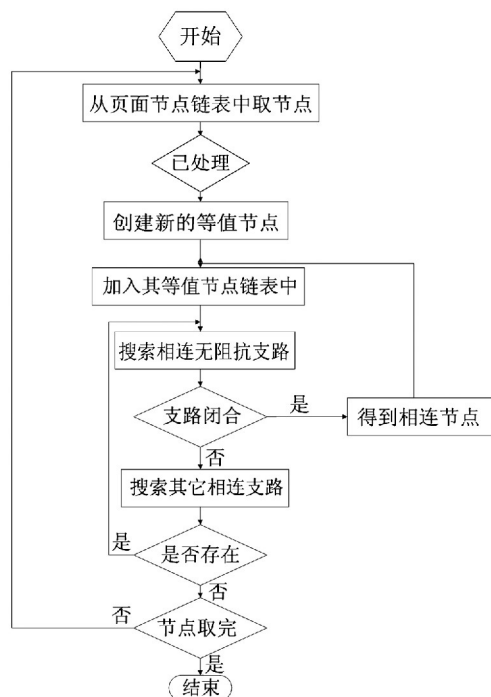


图 2 静态拓扑分析流程

动态拓扑分析主要是搜索状态变化的开关或者刀闸,并考虑其电压等级的因素对初始拓扑结构进行快速的局部修改。动态拓扑分析主要分为无阻抗设备的合上和无阻抗设备的断开两种情况。其无阻抗设备操作合上的情况处理比较简单,只需通过判断无阻抗设备两端的节点所属的等值节点是否是同一个等值节点、两端的节点所属的电岛是否为同一个电岛即可。即等值节点和电气岛的变化。对于无阻抗设备断开的情况则复杂一些,动态拓扑追踪需要分析两个层次:①等值节点分析;②等值电岛分析。以断路器的分闸操作为例说明动态拓扑追踪算法流程图如图 3 所示。

3.2 启动在线校核的方法及影响域的确定

在线校核系统的启动模式不仅可以采用定时间间隔启动和指定时间启动,而且可以采用事件启动模式,即保护投退的变化和电网运行方式的变化所

触发的启动方式。这种启动方式能够实时地反应保护投退的变化及电网运行方式的变化所引起的继电保护定值的改变。

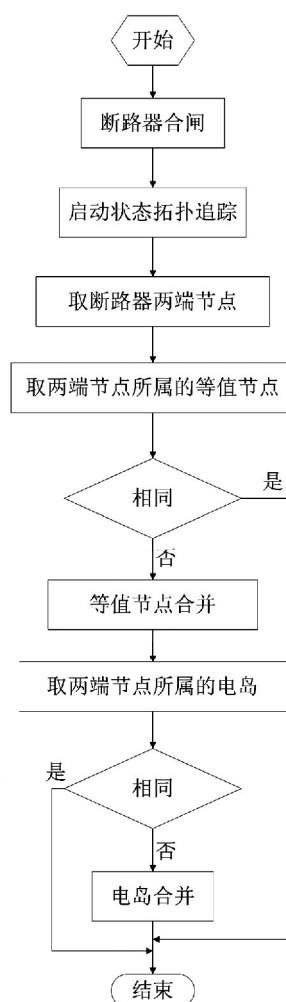


图 3 动态拓扑分析流程

在电力系统的实际运行中,电网拓扑结构的变化大都是小范围的,是局部的。所以这种变化影响继电保护定值的程度并不大,并且具有一定的局限性。而且这一范围之外的继电保护定值仍保持着相对良好的配合关系。因此,最好能确定拓扑结构变化影响的保护范围,即扰动域的范围。

3.3 环网系统的在线校核

研究发现,对保护影响较大的元件主要分布在保护所在线路对侧母线和背侧母线及其配合保护所在线路的对侧母线上。

大小环交错的环网结构中某些线路的投切操作也可能大幅度地变更电力系统局部网络间的物理拓扑结构,并对一定范围内的保护定值及正确动作产

生较大的影响。实际复杂电力系统中,对保护影响较大的环网开断线路绝大部分仍然分布于保护所在线路两侧母线以及配合保护所在线路两侧母线连接的线路中。

若同时将主保护以及配合保护两侧母线上连接的线路加入到开断的线路范围中,必须考虑到大部分环网开断对保护定值的影响。

为此,可以采用自动扩大搜索和确定环网涉及的保护相结合的方法来解决环网的在线校核问题。其基本思想是:以电力系统拓扑结构变化部分为中心,自动搜索其外层三层元件和确定与其构成环路的元件,校核以上阐述所涉及的保护。此研究可以避免搜索全网所有范围,避免对满足灵敏性和选择性的保护定值进行校核,这样大大减少计算时间,并且能够满足实时性的要求。

4 结 语

通过对继电保护在线校核系统的软件功能分析,给出了其系统的结构设计和各模块的实现功能设计,并就其中的关键技术进行了研究。该方案结合了许多工程实际,能够为在线校核软件的应用提供很大的参考价值。

参考文献

- [1] 李志. 电网继电保护定值仿真校验系统的研究[D]. 保定: 华北电力大学 2010.

(上接第 53 页)

- [10] Dorigo, M, Maniezzo, V and Colomi, A. The Ant System: An Auto Calytic Optimizing Process [R]. Technical Report No. 91 - 016 Revised, Politecnico di Milano, Italy, 1991.
- [11] 杨淑莹, 张桦. 群体智能与仿生计算——Matlab 技术实现[M]. 北京: 电子工业出版社 2012: 225.
- [12] 刘进明, 应怀樵. FFT 谱连续细化分析的富里叶变换法[J]. 振动工程学报, 1995, 8(2): 162 - 166.
- [13] 马卫, 朱庆保. 求解函数优化问题的快速连续蚁群算法[J]. 电子学报, 2008, 36(11): 2120 - 2124.
- [14] 何川, 舒勤, 李旻. 基于改进单通道 FastICA 的谐波与

- [2] 迟福建. 地区电网继保定值在线校验分析系统的深入研究与实现[D]. 保定: 华北电力大学 2004.
- [3] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规程汇编(第二版)[M]. 北京: 中国电力出版社 2000.
- [4] 马丽萍, 焦彦军. 电力系统继电保护在线校验系统的研究[J]. 陕西电力, 2011, 39(1): 41 - 44.
- [5] 吕颖, 吴文传, 张伯明, 等. 电网保护定值在线整定系统的开发与实现[J]. 电网技术, 2008, 32(8): 15 - 20.
- [6] 曹国臣, 蔡国伟, 王海军. 继电保护整定计算方法存在的问题与解决对策[J]. 中国电机工程学报, 2003, 23(10): 51 - 56.
- [7] 朱文东, 刘广一, 于尔铿, 等. 电力网络局部拓扑的快速算法[J]. 电网技术, 1996, 20(3): 30 - 33.
- [8] 陈建民, 倪腊琴, 韩学军, 等. 继电保护整定在线评估及预警系统研究[J]. 华东电力, 2012, 40(4): 608 - 612.
- [9] 郑太一. 故障信息系统构建及继电保护专家系统的研究[D]. 北京: 华北电力大学 2006.
- [10] 马丽萍. 基于广域测量系统的后备保护在线校验[D]. 保定: 华北电力大学 2010.
- [11] 罗栋梁. 新型配电网继电保护的研究[D]. 南京: 河海大学 2007.
- [12] 高虹霞. 电网继电保护整定计算软件的研究[D]. 保定: 华北电力大学 2009.
- [13] 任龙. 继电保护定值在线校核系统的研究[D]. 保定: 华北电力大学 2012.

作者简介:

王 佼(1987), 硕士, 助理工程师, 主要研究方向为电力系统继电保护。 (收稿日期: 2014 - 06 - 30)

间谐波检测[J]. 电网技术, 2013, 37(10): 2959 - 2964.

作者简介:

王志川(1983), 硕士研究生, 工程师, 主要从事变电运维检修工作;

刘丹莉(1974), 大学本科, 高级工程师, 主要从事变电运维检修工作;

彭祥华(1985), 硕士研究生, 研究方向为智能检测与计算机网络技术;

周 群(1966), 副教授, 硕士生导师, 研究方向为电工理论与新技术、智能检测、电能质量。

(收稿日期: 2014 - 07 - 08)