

电力系统继电保护定值的在线校核

曾耿晖,李银红,段献忠

(华中科技大学电气与电子工程学院,湖北 武汉 430074)

摘要: 为了进一步提高电力系统安全保障体系的可靠性,提出了继电保护在线校核的概念及其实现方法,其中重点阐述了线路保护选择性的校验方法,同时就在线校核系统的基本结构、工作模式等问题进行了详细探讨。

关键词: 继电保护;在线校核;保护范围;选择性

中图分类号: TM77 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2002)01-0022-03

1 引言

继电保护装置是电力系统最重要的二次设备之一,是电力系统安全运行的保障。国内外无数实例证明^{[1][2]},涉及停电范围较广的大型系统事故,大都与继电保护装置的不正确动作有直接或间接的关系。因此,合理安排继电保护定值,提高继电保护运行管理水平,是保障电网安全运行的重要条件。

目前,继电保护装置的定值和各项性能指标是在离线状态下根据系统的最大运行方式和最小运行方式获得的,在系统运行中保持不变。但是,在系统实际运行中,其运行方式是不断变化的,当系统处于某些特殊的运行状态时,系统中部分保护的定值可能不能满足灵敏度和选择性的要求,存在保护误动的事故隐患,如果不能及时发现并进行调整,可能造成大范围的停电事故。为了进一步提高电力系统安全保障体系的可靠性,我们引入了在线校核的概念。在线校核即利用电力系统实时数据,对当前运行方式下保护性能进行校核,提高系统运行的安全性。

现阶段,为了适应电力工业的发展和电网运行的需要,电力系统建设发展了电网专用数据传送通道和电网调度自动化系统,电网运行实时信息能够有效和准确的采集,为在线校核提供了系统运行数据。同时,计算机软硬件水平的飞速发展,大大简化了各类应用软件的开发。在这样的时代背景下,在线校核系统的开发已经具备了所需的外部条件。

本文提出了继电保护在线校核的概念和校验方法,并对在线校核系统的基本结构、工作模式等问题进行了初步探讨。

2 在线校核的概念及其校验方法

在线校核是获取电力系统实时数据,对当前系

统中各种继电保护定值的性能进行在线校验的过程。在线校核根据 EMS/SCADA 系统采集的电力系统实时数据(包括系统拓扑结构、系统运行方式、保护配置定值等),实时判别系统所有保护的性能,包括保护的保护区和选择性;对存在误动隐患的所有保护给出报警信息,提供调度人员保护的实时状态,为其实现正确的系统电能调度和系统运行方式制定提供知识支持。

在线校核的重点是线路保护的校核。由于线路保护与相邻保护间存在配合关系,因此其校核比较复杂。结合线路保护配置的特点,本文提出了一种快速可行的线路保护校验方法。下面将以四段式零序电流保护为例,对线路保护校验方法进行详细阐述。

2.1 线路保护灵敏度的在线校核

线路保护灵敏度主要校核在当前系统方式下保护所在线路内部故障时,保护是否能够可靠动作。线路保护灵敏度校核的计算公式如下所示:

$$K_{lm} = I_{dz} / I_{curr}$$

其中, I_{dz} 为保护动作定值, I_{curr} 为保护所在线路末端发生不同类型接地故障时流过保护的最大零序电流。当计算灵敏度不满足用户预先给定的要求时,则给出报警信息。特别指出,如果零序一段保护区超出了线路全长,也应当给出报警信息。

2.2 线路保护选择性的在线校核

线路保护选择性主要校核在当前系统方式下保护所在线路外部发生故障时,保护是否能够可靠不动作。由于线路保护延时段保护区通常超越了保护所在线路,与其相邻保护各段动作区域存在重叠部分,因此,进行保护选择性校核时,主要校验保护延时段与相邻保护各段是否满足选择性。下面将详细阐述选择性校核的基本原则、步骤和其中存在

的问题。

2.2.1 选择性校核的基本原则

选择性校核的基本原则为:根据待判断保护的
动作时间,确定相邻保护动作时间最接近待判定保
护的两段,而且待判断保护动作时间介于此两段时间
之间,假定为第(M-1)段和第M段;若待判定保
护的保护范围小于相邻保护(M-1)段的范围,则该
保护与相邻保护各段满足选择性;否则,保护与相邻
保护第M段及以上无法满足选择性。下面以图1
所示网络,简单证明选择性在线校核基本原则的正
确性。



图1 保护配合情况一

证明:如图1所示,A保护与B保护配合,判定
A保护II段的选择性。B保护的(M-1)段小于A保
护的动作时间,B保护的M段大于等于A保护的动
作时间。

当A保护II段的保护范围小于B保护(M-1)
段的保护范围时,若故障发生在 $0 \sim a\%$ 的线路范
围内,则B保护的(M-1)段首先动作,切除故障;若故
障发生在 $a\% \sim 100\%$ 的线路范围内,则在A保护的
保护范围外,A保护不会动作。由于A保护II段保
护范围小于B保护(M-1)段保护范围,必然小于B
保护M及以上各段的保护范围,因此,B保护所在
线路上任意处发生故障时,A保护都不会误动作,能
够满足选择性的要求。

当A保护II段的保护范围大于B保护(M-1)
段的保护范围时,若故障发生在 $0 \sim a\%$ 的线路范
围内,则B保护的(M-1)段首先动作,切除故障;若故
障发生在 $b\% \sim 100\%$ 的线路范围内,则在A保护的
保护范围外,A保护不会动作;当故障发生在 $a\% \sim$
 $b\%$ 的线路范围内时,由于A保护的II段动作时间
小于或等于B保护M及以上各段的动作时间,因此
,A和B将同时动作或A先动作切除故障。因此,B
保护所在线路 $a\% \sim b\%$ 的线路范围内发生故
障时,A保护将误动作,不能满足选择性的要求。根
据选择性定义可知,A保护的II段与B保护的M段
失去选择性,则A保护II段与B保护失去选择性。

通过以上两种情况的分析可知:进行选择性在
线校核时,只需判断保护与相邻保护动作时间最接

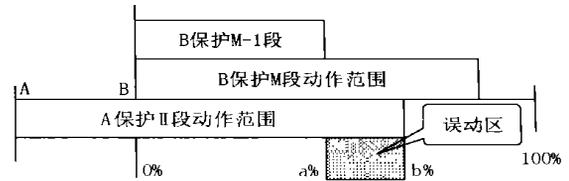


图2 保护配合情况二

近待判定保护的两周的保护范围的关系,就可以判
定待判定保护与相邻保护的选择性。

2.2.2 选择性校核的步骤

根据选择性校核的基本原则,我们可以确定选
择性在线校核的基本步骤,简述如下:

1) 确定相邻保护动作时间最接近待判定保
护的两段,待判定保护动作时间处于两段保护的动
作时间之间。需要注意的是,待判定保护动作时间必
须大于两段保护动作时间中较小者,小于等于两段
保护动作时间中较大者。

2) 快速、准确地确定待判定保护段以及相邻保
护对应两段的保护范围。

3) 比较待判定保护与相邻保护保护范围之
间的关系,判断校核保护与相邻保护是否满足选择
性。

2.2.3 选择性校核算法中存在的问题

在选择性的在线校核过程中,需要多次准确确
定保护的覆盖范围。若采用折半法或插值法,则存
在计算量过大的问题,无法满足在线校核的实时性
要求。因此,必须寻求一种快速、准确的覆盖范围确
定算法。

由于在线校核面向的系统对象在一定时间内是
保持不变的,因此,其阻抗矩阵在整个系统的在线校
核过程是保持不变的。我们采用了阻抗矩阵法确定
保护的覆盖范围^[3]。该方法利用当前系统对应的阻
抗矩阵和保护的定值,通过简单的代数运算,可以确
定保护的准确覆盖范围。

3 在线校核系统的探讨

3.1 系统基本结构

在线校核系统包括三个层次:数据的获取,定
值的校核和结果的输出。其基本结构如图3所示。

1) 数据的获取

该层的功能是收集实现校核功能和保护动作模
拟功能所需要的电力系统相关参数。数据分为三个
部分:系统基本参数、系统状态参数以及预设置参
数。系统的基本参数指电力系统中基本不变的数据
,如发电、变电、输电及其控制与量测设备的配置
与参数,系统的设备信息与参数由人工输入与维护;

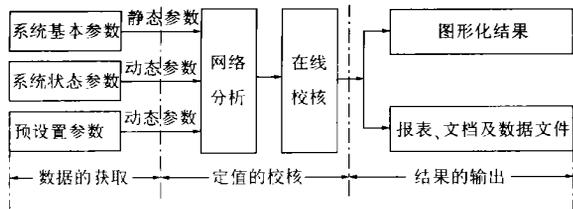


图3 在线校核系统基本结构

系统的状态参数包括反映开关开合或设备使用情况的量;预设置参数指用户预先设定的用于程序判断参数,如保护灵敏度上下限等。

2) 定值的校核

定值校核功能是根据已知信息,确定电力系统当前的运行方式,实现保护的各項性能指标的校验。该层包括两个模块:网络分析模块和在线校核模块。网络分析模块指根据获取的数据,确定整个系统的拓扑结构和运行状态;在线校核模块指在给定的校核标准下,实现系统线路保护定值的校核以及其他元件保护定值的校核。

3) 结果的输出

该层主要功能是输出校核的结果,响应用户的各种结果查询的要求。校核结果的输出是多样化的,不仅可以將结果以报表、文档以及数据文件等传统形式输出,便于保存存档,而且可以在拓扑接线图上直观的显示校核的结果,如当前系统运行方式和在线校核结果可以直观地显示在图形上,存在事故隐患的保护以特殊颜色或状态(如高亮、闪烁等)标志。

3.2 系统工作模式

在线校核系统工作于在线模式,可以作为电力系统运行状况实时监测的一部分。在线模式下,系统的状态参数为电力系统实时运行数据。系统实时实现保护定值的校验和结果发布,可以作为调度人员制定正常运行方案及故障发生时紧急处理的决策参考。

此外,系统还可以工作于离线模式,此时系统的状态参数由用户任意给定,系统可以离线对用户给定保护定值进行判断,确定所给保护定值的合理性,此功能可以实现整定计算工作中的定值校验功能,

亦可作为整定计算工作人员训练的工具。

4 结束语

随着信息技术和网络技术的进一步发展和电力系统的逐步数字化,在线校核系统的研制已经具备了外部条件。在线校核系统将实现电力系统中保护定值的实时校验,为运行人员/整定人员提供参考依据,进一步提高电力系统安全保障体系的安全性。同时,在线校核系统的研制还应注意以下问题:

1) 在线校核系统可以成为 EMS 系统的组成部分,其数据来自 EMS 系统,其校核结果也将发布到 EMS 系统中,为调度运行人员实时决策提供保护运行信息。

2) 在线校核结果不仅可以为运行人员提供保护运行信息,对于整定计算人员,也具有一定的参考价值。因此,在线校核系统应该与继电保护运行管理系统进行集成,实时网上发布保护定值校核结果,为整定计算人员制定整定计算方式,确定整定计算结果提供参考。

3) 在线校核系统的研制将实现在线整定系统的数据采集功能,其进一步的发展方向应为在线整定系统的实用化。

参考文献:

- [1] 何大愚. 对美国西部电力系统 1996 年 7 月 2 日大停电事故的初步认识[J]. 电网技术, 1996, (9).
- [2] 郭剑波, 等. 1981~1991 年电网稳定事故统计分析[J]. 电网技术, 1994, (2).
- [3] 王广学. 电力系统接地故障点的分析计算方法[J]. 电力系统自动化, 1986, (7).
- [4] 国家电力调度通讯中心. 电力系统继电保护规定汇编[M]. 中国电力出版社, 1997.

收稿日期: 2001-06-25

作者简介: 曾耿晖(1977-), 男, 硕士研究生, 从事电力系统继电保护自动化理论及相关问题研究; 李银红(1976-), 女, 博士研究生, 从事电力系统继电保护整定计算理论及相关软件技术研究; 段献忠(1966-), 男, 教授, 博士生导师, 从事电压稳定、FACTS、信息化电力系统和电力市场等领域的研究。

A discussion about on-line verifying of relay setting in power system

ZENG Geng-hui, LI Yin-hong, DUAN Xian-zhong

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: In order to improve the security of power system, the concept of on-line verifying of relay setting and its realized method is presented in this paper, then the basic structure and work mode of on-line verifying system is discussed in detail.

Key words: relay protection; on-line verify; protected range; selectivity