

基于 DTS的继电保护和自动装置定值法模拟的应用

路轶¹,肖岚¹,雷敏²,袁娟³

(1. 四川省电力公司通信自动化中心,四川 成都 610041; 2. 成都电业局,四川 成都 610041;

3. 成都电力职工大学,四川 成都 610041)

摘要: 提出并建立了通过减慢仿真时间因子来实现定值判断法继电保护和自动装置仿真的数学模型。解决了 DTS系统中潮流、频率以及故障计算速度的问题,使得 DTS中继电保护和自动装置的仿真更加贴近实际,将 DTS中继电保护和自动装置的仿真提高到一个新的水平。该模型和实现方法在四川电网的 DTS系统中得到了实际应用,并证明了其正确和实用性。

关键词: 调度员培训仿真器; 继电保护; 安全自动装置; 定值判断法; VEE

中图分类号: TM743; TM77 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)06-0011-03

0 引言

继电保护和自动装置对于保证现代电网的安全、稳定运行起着重要作用。研究和模拟继电保护和自动装置的实际运行机理及其对电网运行方式的影响,是 DTS系统中的一个重要研究内容。继电保护和自动装置具有 3 个重要特点^[1,2]: 针对性强,种类繁多; 装置结构复杂,启动环节、闭锁环节很多; 装置动作时限短(很多都是毫秒级的)。因此,对一个大型电网中的自动装置进行全面逼真的模拟是一个复杂的课题。国内外学者对这一课题已经做了大量的工作。本文提出了一种通过减慢仿真时间因子的方法来实现对继电保护和自动装置的定值判断法模拟。

1 定值判断法的实现技术

目前,继电保护和自动装置的仿真主要有两种方法:逻辑比较法和定值比较法。逻辑比较法通过设定从故障点向外围的开关逻辑和继电保护装置动作时延的配合来反映选择性,易于满足速动性的要求,但不能反映保护装置的灵敏性要求,必须依靠教练员设置保护的拒动和误动来弥补灵敏度的不足,某些运行条件下仿真结果与实际情况有较大的差别。定值判断法以数学模型具有的定值配合和动作时延配合来反映选择性,靠自身的模型来反映灵敏性要求。但由于潮流、频率及短路计算速度的问题很难做到实时。

以四川省电力调度中心使用的 DTS系统为例,其每秒钟进行一次潮流和频率计算并刷新实时数据。但四川电网的继电保护和自动装置动作时限很多都是毫秒级的。因此,很难满足模拟要求。

基于以上原因,我们提出了一种修改仿真时间因子的方法来模拟继电保护和自动装置的动作情况。即在电网处于满足继电保护和自动装置继电器触发条件的情况下,由继电保护或自动装置的模拟模块自动减小仿真系统的时间因子,以实际的 n 秒来模拟系统的 1 s,从而给 DTS系统以充分的计算时间。待继电保护和自动装置动作结束且电网稳定下来后,再把上步产生的时间差值弥补回来。由于整个反事故演习是一个比较长的过程,演习中短时间的时间偏差不会对整个演习效果有明显的影 响。因此,它完全满足调度员演习和培训的需要。

2 定值判断法的模型和具体实现

四川省电力公司调度中心的 DTS系统是从加拿大 SNC - Lavalin 公司引进的。它采用了美国安捷伦公司的模型制作工具 Agilent - VEE,该模型制作工具是实现虚拟仪器自动化系统最好的编程语言之一。它的模型制作是以可视化界面为基础,并通过和 SNC系统之间定义的数据接口来读取、送出数据。目前,它在每个潮流、频率计算周期都通过和 SNC系统之间的接口来读取系统状态数据并送出模拟结果。

由于 SNC系统中潮流、频率计算为每秒钟进行一次,这显然无法满足继电保护和自动装置模拟的需要。因此,我们针对 DTS应用中的具体特点,提出了采用减慢时间因子的方法来实现继电保护和自动装置的模拟。具体实现如下:

在每个继电保护和自动装置模型中都加入用户程序触发模块。该用户程序是用来降低 DTS系统的仿真速度。

对于全网的继电保护和安全自动装置模型,制作了一个统一时间弥补模型用来触发用户程序。该用户程序作用是加快 DTS 仿真速度,弥补回由程序所产生的时间偏差。

时间弥补模块流程如图 1。

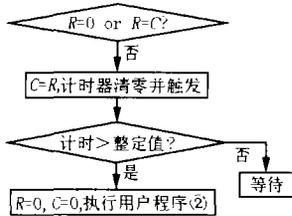


图 1 时间差弥补框图

Fig 1 The mode of adjustment time difference

输入信号:产生时间延时的继电保护或安全自动装置的类型信号。

输出信号:置 0 信号。

触发逻辑:判断输入信号是否为 0,以及输入信号是否变化(前次触发装置类型信息记录于变量 C),如果不为 0 且数值发生变化,则触发计时器并将计时器初始时间置 0,计时器触发用户程序,并把触发延时的继电保护/自动安全装置类型信号(R)置 0。

在此每一类继电保护或安全自动装置都有一个唯一且大于 0 的类型序号,当输入信号为 0 或没有变化时,它不会触发并置 0 计时器。从而使得短时间连续触发继电保护或安全自动装置造成的时延可以得到集中补偿。定时器的整定时限应以触发延时的最大继电保护或安全自动装置整定时间再加上系统频率稳定时间来整定。

现以二滩高频切机组安控装置为例给出安控装置模型:二滩高频切机组整定方案如下: $f_1 = 51.5$, $t_1 = 0.5$ s, 切一台; $f_2 = 52.0$, $t_1 = 0.5$ s, 切一台; $f_2 = 52.0$, $t_1 = 2.0$ s, 切一台(保留一台不切),补偿模块触发时限整定为 3 s。模型流程框图如图 2。

输入信号:六台机组的开关状态;频率值;安控装置锁定信号。

输出信号:开关动作信号,安控装置锁定信号,触发延时的安控装置类型信号。

动作逻辑:由于二滩安控装置要求保留一台机不切,所以首先要将各台机组的出线开关状态累加,在 SNC 系统中开关状态为“合”使用“1”来表示,开关状态为“开”使用“0”来表示。将开关状态累加值和常数“1”相比较,再将比较结果和安控装置所设置的开关状态相比较。将比较结果和系统频率相

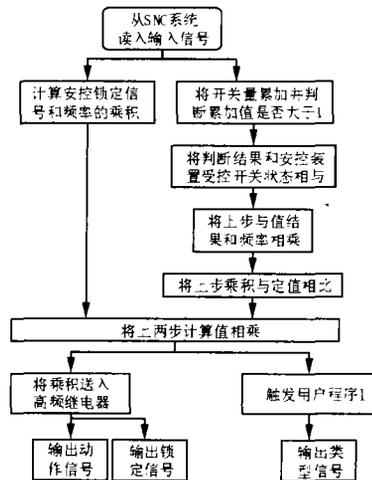


图 2 二滩安控模型

Fig 2 The model of automatic device

乘,并判断其是否大于 51.5。将比较结果和安控装置锁定信号与频率的乘积相乘;如乘积为 0 则不触发用户程序,否则触发用户程序(将模拟装置类型和系统频率传递给用户程序);触发高频继电器(该继电器整定为 $f_s = 51.5$, $t_1 = 0.5$);由高频继电器输出开关动作信号及安控装置锁定信号,由用户程序输出产生延时的安控装置类型信号。

程序的具体实现如下:

- (1) 初始化;
- (2) 读入被触发的装置类型和系统频率(由 VEE 模块送出);
- (3) 根据读入的装置类型和系统频率确定时间因子;
- (4) 修改模拟时间因子;
- (5) 记录当前模拟时间和实际时间。

程序的具体实现如下:

- (1) 读入当前实际时间和模拟时间;
- (2) 将这两个时间和程序 1 记录的两个时间相比较,计算出时间差;
- (3) 修改模拟时间因子,直到弥补回这个时间差;
- (4) 将时间因子改回 1。

3 仿真结果

在四川 DTS 系统中,对这种继电保护和安全自动装置的模拟方法进行了测试。测试的初始潮流断面是在实时系统的潮流断面上稍作调整得到的。整个四川系统的总发电为 10 814 MW,四川总负荷为 7 807 MW;系统频率 50.010 Hz;系统主要断面:川

渝断面 1 962 MW,三万/万龙线送华中 1 020 MW; AGC投入状况:四川 AGC退出;川电东送安控装置正常投入。

测试事件:(1)三万线事故跳闸;(2)万龙线过负荷跳闸。二滩高频切机组安控装置动作过程中的频率曲线如图 3。

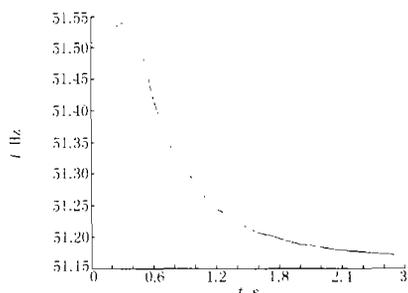


图 3 安控动作过程中频率曲线

Fig 3 Frequency curve while automatic device was triggered

二滩高频切机组安控装置动作后的频率曲线如图 4。

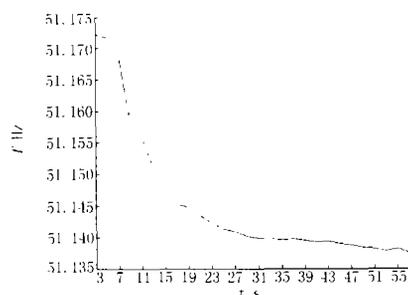


图 4 安控动作后频率曲线

Fig 4 Frequency curve after automatic device was triggered

由图 3 可见,测试事件发生后,系统频率迅速上升,并在 0 s 处触发高频继电器同时触发用户程序,由该程序减慢时间因子为 0.1。高频继电器经模拟时间 0.5 s (实际时间为 5 s) 后动作,断开二滩 1 机组出线开关。频率迅速下降。在模拟时间 3 s (实际时间 30 s) 处基本稳定,频率值为 51.171 626 Hz。此时,触发用户程序,用户程序提高时间因子为 2,在模拟时间 54 s (实际时间 27 s) 内弥补了由程序所造成的实际和模拟时间之间的 27 s

时间偏差。最后,系统频率为 51.137 569 Hz。对二滩安控装置的整个模拟过程为大约 1 min。

由整个仿真结果可以看到,通过本文提出的方法。不但模拟了继电保护和安全自动装置的动作行为及其对电网的影响,并且在电网发生频率(负荷)大的波动时,减慢了时间因子实现了对于这段时间的精细模拟,而在电网频率(负荷)相对比较平稳时,把时间差值弥补回来,从而为计算和观察电网的动态过程提供了一种新方法。

4 结论

继电保护和安全自动装置的仿真是 DTS 不可或缺的重要内容。定值比较法比逻辑比较法具有较完善的理论依据。本文提出的通过减慢时间因子来模拟继电保护和安控自动装置的方法已经在四川 DTS 中付诸实践。实践证明,它有效地解决了传统方法对继电保护和安控装置模拟中存在的问题,提高了继电保护和安全自动装置仿真的灵活性和通用性,增强了 DTS 的仿真效果。

参考文献:

- [1] 沈善德,刘取. 现代电力系统中的保护和自动装置[M]. 北京:水利电力出版社,1988.
SHEN Shan-de, LIU Qu. Protect and Automatic Device Applied in Modern Power System[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1988.
- [2] 许正亚. 电力系统自动装置[M]. 北京:电力工业出版社,1980.
XU Zheng-ya. Power System Automatic Device[M]. Beijing: Electrical Industry Press, 1980.
- [3] 吴文传,孙宏斌,等. 新一代 EMS/DTS 一体化系统中基于自定义建模的自动装置模拟[J]. 电力系统自动化,2000,24(4):57-60.
WU Wen-chuan, SUN Hong-bin, et al. Simulation of Automatic Device Based on User-defined Model in Integrated EMS/DTS[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(4): 57-60.

收稿日期: 2005-08-15; 修回日期: 2005-09-15

作者简介:

路 轶(1977-),男,硕士,工程师,从事电网调度自动化工作;
Email: luyi_1230@hotmail.com
肖 岚(1971-),女,硕士,高级工程师,从事电网调度自动化工作。

Application to simulate relay protection and automatic device based on the method of quantitative comparison in DTS

LU Yi¹, XIAO Lan¹, LEI Min², YUAN Juan³

(下转第 17 页 continued on page 17)

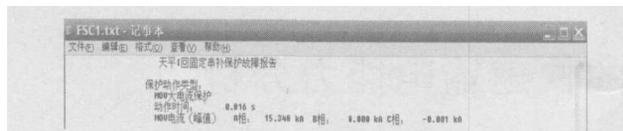


图 8 FSC保护动作报文

Fig 8 Operation report of FSC protection relay

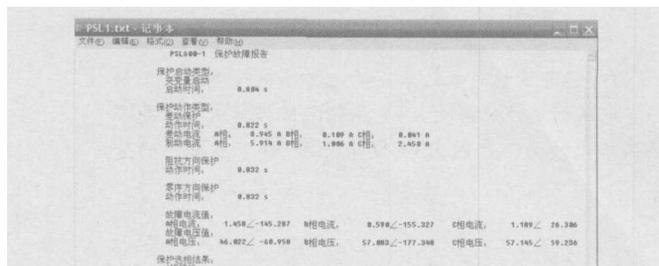


图 9 线路保护动作报文

Fig 9 Operation report of line protection relay

动作时有关的电气量数值,便于对保护装置动作特性进行稳态分析。以现有模型为基础,可以结合实际工程,建立其它串补本体保护及线路保护的仿真模型。

由于对电容器及 MOV 内部故障的发展过程认识有限,该模型还无法模拟电容器及 MOV 内部故障的发展过程,只能用短路和断路近似替代。在下一步工作中将完善仿真模型,以便更好地分析电容器及 MOV 内部故障期间电容器不平衡保护和 MOV 不平衡保护的動作特性。

参考文献:

- [1] Pingguo TCSC Project: Protection Coordination FSC Segment[Z]. Germany: SIEMENS, 2002.
- [2] Pingguo TCSC Project: Protection Coordination TCSC Segment [Z]. Germany: SIEMENS, 2002.

3 结束语

建立包含电网、串补本体保护和线路继电保护的统一的数字仿真模型,为开展串补本体保护和线路继电保护的配合研究提供了强有力的研究手段。本文以平果固定串补的本体保护和 PSL-600 系列微机线路保护为原型分别建立了串补本体保护模型和线路保护模型。模型在输入、输出量的接口上与实际装置一致,输出报文可以清楚地了解保护装置

收稿日期: 2005-08-25

作者简介:

余江(1975-),女,工程师,从事继电保护运行及研究工作;

E-mail: yujiang@csg.net.cn

赵曼勇(1957-),女,教授级高级工程师,从事继电保护生产运行管理及研究工作;

周红阳(1969-),男,高级工程师,从事继电保护生产运行管理及研究工作。

Research and application of integrated digital model of FSC protection and line relay protection

YU Jiang¹, ZHAO Man-yong¹, ZHOU Hong-yang¹, HU Yu-feng², YN Xiang-gen³

(1. Power Dispatching and Communication Center of China Southern Grid, Guangzhou 510620, China;

2. Foshan Power Supply Co., Guangdong Power Grid Corporation, Foshan 528000, China;

3. College of Electronics & Electric Engineering, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Series capacitor has advantages of decreasing transmission line impedance and increasing transmission capability, and is used more and more widely in high voltage transmission system. Based on PSCAD/EMTDC, the model of Pingguo TCSC project is set up. The whole AC system is simplified to reduce the size. Only stations adjacent to Pingguo station are reserved. The FSC protection and line relay protection employed on those reserved lines are also simulated in the model. Researches on coordination between main protection for FSC and line relay protection can be carried out by this model.

Key words: series compensation capacitor; electric magnetic transient simulation; FSC protection; line relay protection

(上接第 13 页 continued from page 13)

(1. Communication and Automation Center of Sichuan Electric Power Company, Chengdu 610041, China;

2. Chengdu Electric Power Bureau, Chengdu 610041, China; 3. University of Chengdu Power Workers, Chengdu 610041, China)

Abstract: In this paper, a new method to build the mathematics model of relay protection and automatic device in DTS is proposed by slowing down the simulation speed factor of DTS. As a result, the problem of calculation speed of the power flow, frequency and fault in DTS is solved. And it makes the simulation of relay protection and automatic device more practicable. The model has been applied in Sichuan DTS with feasibility and effectiveness.

Key words: DTS; relay protection; security and automatic device; quantitative comparison; VEE