

含源网荷的智能配电网运行仿真平台研究及应用

张明¹, 周冬旭¹, 嵇文路¹, 徐青山², 马洲俊¹

(1. 国网南京供电公司, 江苏 南京 210019; 2. 东南大学电气工程学院, 江苏 南京 210096)

摘要:考虑配电网存在的源网荷不对称现象、特殊网络结构的基础上,建立了配电网常规元件及分布式电源的稳/暂态模型。针对智能配电网三相不对称的特性,研究了智能配电网相关的三相潮流算法、三相短路电流算法以及三相时域仿真算法。最后,开发了基于OPEN3200系统接口的智能配电网运行仿真平台,并在南京河西新城进行了成功应用,验证了所提方法及研制系统的合理性、有效性。

关键词:智能配电网;不对称;分布式电源;暂态仿真

中图分类号: TM743

文献标志码: A

文章编号: 2096-3203(2017)02-0066-06

0 引言

与传统配电网相比,智能配电网在诸多方面都具有显著的优越性,主要包括:(1)达到配电网运行最优化,提高经济性、高效性;(2)提供优质可靠电能,保障现代社会经济的发展;(3)推广新能源应用,促进环保与可持续发展。但是智能配电网的发展过程中也面临着一些亟待解决的瓶颈,首先,大量分布式电源、电动汽车等随机电源的接入增加了配电网控制的复杂性和不确定性。其次,在对传统配电网进行智能化改造的过程中,众多新技术、新设备的应用对电网运行人员的技术水平和业务能力提出了更高的要求。

为了解决上述问题,建立一套能够对有源配电网的各种稳态、暂态行为快速有效模拟的运行仿真平台就显得尤为重要^[1-6]。目前国内缺乏含源网荷的配电网综合仿真平台,以国内供电部门使用的OPEN3000系统为例,其中针对配电网的运行管理的软件模块是配电网自动化子系统,主要用于运行人员监控电网运行状态,实时数据均为检测值,并且不具备潮流计算、稳定分析等功能。这使得现有配电网调度、运行并没有一个有效准确的仿真参考,更多的是凭借经验以及特定情况的理论分析,欠缺普适性和精准性。

本文在充分考虑配电网存在的源网荷不对称现象、特殊网络结构的基础上,首先,建立了配电网常规元件及分布式电源的稳/暂态模型。其次,针对智能配电网运行过程中可能出现的三相不对称情况提出了相应解决办法,并设计了三相暂态时域

仿真功能。最后,开发了基于OPEN3000系统接口的智能配电网运行仿真平台,并在南京河西新城进行了成功应用,验证了所提方法及研制系统的合理性、有效性。

1 智能配电网运行仿真模型

1.1 配电线路仿真模型

配电线路模型大多采用三相 π 型等值电路^[7-9],如图1所示。对于较长的辐射型线路,为减少误差,对地并联导纳不能忽略。

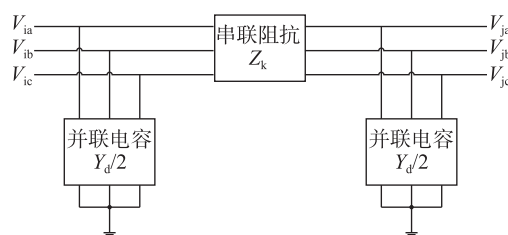


图1 配电线路三相模型

Fig.1 Model of three-phase distribution lines

线路导纳矩阵为:

$$Y_L = \begin{bmatrix} Z_k^{-1} + \frac{1}{2}Y_d & -Z_k^{-1} \\ -Z_k^{-1} & Z_k^{-1} + \frac{1}{2}Y_d \end{bmatrix} \quad (1)$$

式(1)中:

$$Z_k = \begin{bmatrix} Z_{aa} & Z_{ab} & Z_{ac} \\ Z_{ba} & Z_{bb} & Z_{bc} \\ Z_{ca} & Z_{cb} & Z_{cc} \end{bmatrix}; Y_d = \begin{bmatrix} Y_{aa} & Y_{ab} & Y_{ac} \\ Y_{ab} & Y_{bb} & Y_{bc} \\ Y_{ac} & Y_{bc} & Y_{cc} \end{bmatrix};$$

$$Y_k = Z_k^{-1} = \begin{bmatrix} Y_{aa} & Y_{ab} & Y_{ac} \\ Y_{ab} & Y_{bb} & Y_{bc} \\ Y_{ac} & Y_{bc} & Y_{cc} \end{bmatrix}。$$

1.2 变压器仿真模型

由于配电网可能呈现出三相不对称性,输电网

收稿日期:2016-10-15;修回日期:2017-01-05

基金项目:国家电网公司总部资助项目(配电自动化系统综合应用及实操培训关键技术研究)

采用的单相变压器模型已经不适用于配电网,配网三相不平衡的潮流计算、短路电流计算等须建立详细的变压器三相模型,为此需要考虑变压器存在的不同接线方式(包括是否接地)带来的相位偏移问题^[10-12]。无连接组别变压器绕组如图2所示。

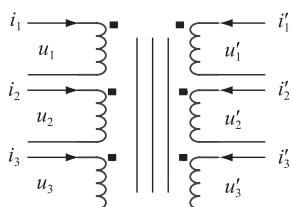


图2 无连接组别三相变压器绕组示意图

Fig.2 Schematic diagram of three-phase transformer winding without connection

绕组阻抗可表示为:

$$\begin{bmatrix} i_{123} \\ i'_{123} \end{bmatrix} = \mathbf{Y}_{T0} \begin{bmatrix} u_{123} \\ u'_{123} \end{bmatrix} \quad (2)$$

其中, \mathbf{Y}_{T0} 是6阶方阵且所有参数可以通过按自导纳与互导纳定义进行变压器短路测试实验得到,考虑节点导纳矩阵的对称性,需要进行21次短路实验,再根据耦合的对称性、变压器三相之间的近似对称性, \mathbf{Y}_{T0} 形式可表示为:

$$\mathbf{Y}_{T0} = \begin{bmatrix} y_1 & -y_{1m} & -y_{1m} & -y_{12} & -y_{12m} & -y_{12m} \\ -y_{1m} & y_1 & -y_{1m} & -y_{12m} & -y_{12} & -y_{12m} \\ -y_{1m} & -y_{1m} & y_1 & -y_{12m} & -y_{12m} & -y_{12} \\ -y_{12} & -y_{12m} & -y_{12m} & y_2 & -y_{2m} & -y_{2m} \\ -y_{12m} & -y_{12} & -y_{12m} & -y_{2m} & y_2 & -y_{2m} \\ -y_{12m} & -y_{12m} & -y_{12} & -y_{2m} & -y_{2m} & y_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

式(3)中: y_1 为一次绕组自导纳; y_2 为二次绕组自导纳; $-y_{12}$ 为一次、二次绕组同相之间互导纳; $-y_{1m}$ 为一次绕组各相之间互导纳; $-y_{2m}$ 为二次绕组各相之间互导纳; $-y_{12m}$ 为一次/二次绕组不同相之间互导纳。

1.3 负荷仿真模型

配电网负荷从用电特性角度可分为工业负荷、商业负荷以及居民负荷,从按设备类型角度可分为异步电动机、电热、空调、照明设备等。而负荷模型根据不同仿真分析需要可分为稳态模型、静态模型和动态模型三类^[13,14]。

1.3.1 稳态模型

目前,负荷的稳态模型都采用恒定功率模型,根据负荷曲线将负荷节点等效为PQ节点。不同于输电网,由于配电网靠近负荷中心,很多居民负荷是单相的,使得配电网各节点负荷可能是对称的也可能是不对称的,此外就三相负荷而言接线方式可

能是星型接线方式也可能是角型接线方式,其中,缺相负荷一般采用星型接线方式。

1.3.2 静态模型

负荷的静态模型反应了负荷有功、无功功率随频率和电压缓慢变化而变化的规律,一般可用方程表示,其形式有2种,一种是幂函数形式,另一种是多项式形式。目前负荷静态模型大多采用ZIP模型。幂指数形式:

$$\begin{cases} P = P_0 \left(\frac{U}{U_0}\right)^{p_u} \left(\frac{f}{f_0}\right)^{p_f} \\ Q = Q_0 \left(\frac{U}{U_0}\right)^{q_u} \left(\frac{f}{f_0}\right)^{q_f} \end{cases} \quad (4)$$

式(4)中: P 为负荷有功功率; Q 为负荷无功功率; U 为电压值; U_0 为电压基值; f_0 为频率基值; p_u , q_u 分别为负荷有功和无功系数; p_f , q_f 分别为负荷有功和无功的频率特性系数。

1.3.3 动态模型

动态负荷模型采用微分方程描述,由于电力系统的动态负荷主要是感应电动机,因此通常采用感应电动机模型作为负荷动态模型。常用的负荷动态模型为考虑感应电动机机械暂态过程的负荷动态模型和考虑感应电动机机电暂态过程的负荷动态模型。本文主要采用机电暂态模型。

感应电动机也即异步电动机可以看作是同步电机的特例,也即励磁电压恒为0, d 轴、 q 轴参数相等,转速为非同步速,忽略定子绕组暂态时,根据同步机的转子方程得到 x y 同步坐标下电动机定子绕组方程为:

$$\begin{cases} U_x = E_x' + X'I_y - r_a I_x \\ U_y = E_y' - X'I_x - r_a I_y \end{cases} \quad (5)$$

式(5)中: U_x , U_y , E_x , E_y , I_x , I_y 分别为电压、电动势、电流的 x 轴、 y 轴分量; r_a 为定子绕组电阻。

考虑分析的简便性和实用性,本文采用的负荷暂态模型为恒阻抗负荷、恒功率负荷和异步电动机负荷按一定比例组合成的复合模型。

1.4 分布式电源仿真模型

分布式电源种类较多,本文仅考虑通过逆变器控制并网的分布式电源。

逆变器电路主要有电压型和电流型逆变电路,其中电压型拓扑应用广泛^[15],本节逆变器的建模以电压型逆变器为例,其拓扑图如图3所示。目前对逆变器的建模主要有开关函数模型和占空比模型,下面重点介绍开关函数模型。

根据逆变器各桥臂运行规律,可以知道任何瞬间必须导通3个开关并且同一桥臂的上下开关不能

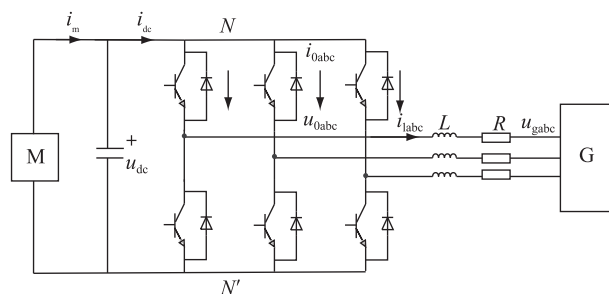


图3 逆变器结构示意图

Fig.3 Schematic diagram of inverter

同时导通。以 $S_k = 1$ 表示 k 相上管子导通, $S_k = 0$ 表示 k 相下管子导通, k 为 a, b, c 三相。则对于 N 点有基尔霍夫定律:

$$i_{dc} = S_a i_{0a} + S_b i_{0b} + S_c i_{0c} \quad (6)$$

对于三相对称系统有:

$$L \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_{1a} \\ i_{1b} \\ i_{1c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_{0a} \\ u_{0b} \\ u_{0c} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} u_{ga} \\ u_{gb} \\ u_{gc} \end{bmatrix} \quad (7)$$

式(7)中: u_{0k} , i_{0k} 分别为逆变器各桥臂电压、电流; i_{dc} 为直流电流; u_{gk} , i_{1k} 分别为负荷电压、电流。

2 智能配电网稳态仿真功能设计

2.1 三相潮流计算功能

结合配电网结构的辐射型、 R/X 比值较大、网络节点多等特点,传统配电网研究最多的潮流算法主要分为2类:一类是研究如何对电力系统潮流计算的常规算法牛顿拉夫逊法,进行改进使之适应求解大规模辐射结构电网的潮流计算;另一类方法是以前推回代法为基础,研究如何改进使之适应求解配电网弱环、多PV节点问题^[16,17]。

鉴于前推回代的强大效率、简便优势,潮流计算时优先考虑使用,如果待仿真配电网中不含弱环、不含PV节点,则本文采用三相前推回代潮流算法;否则采用更为通用的三相牛拉法,如果三相牛拉法没有收敛,采用单相前推回代+三相牛拉法,潮流计算流程图如图4所示。

本文所用潮流计算方法主要特征:考虑了实际配电网系统存在馈线多、环网极少、各节点电压三相不对称度较低的特点,对构建的无环单相系统影响较小;利用了前推回代计算速度快、收敛好,又避免了前推回代的环网处理难题,为牛拉法提供初值,解决配电网牛拉法潮流计算的初值选取难题;方法的主体仍然是通用的三相牛顿拉夫逊潮流计算。

2.2 基于矩阵变换的短路计算方法

传统的短路电流计算一般采用对称分量法,然

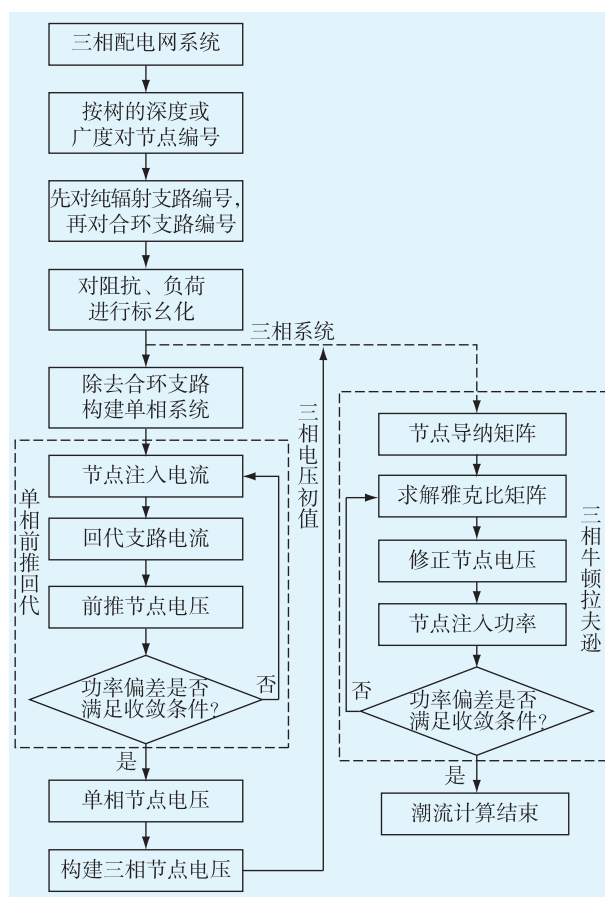


图4 潮流计算流程图

Fig.4 Flow chart of power flow calculation

而,对称分量法在应用于配电网的短路电流计算时却遇到了困难,这是由于配电网运行网络参数往往不对称,对称分量法将解耦失效。因此,配电网短路计算必须采用 abc 全耦合模型。

为了寻找一种更为简单和适合配电网特点的短路电流计算方法,从网络最为通用的节点电压方程入手。由于节点导纳矩阵是一个常数矩阵,所以可以考虑更为直接的解法获取各变量值。为了使方程有解,将负荷视作阻抗恒定的恒阻抗负荷,将负荷的等效阻抗并入节点导纳矩阵,从而整个网络除了平衡节点外,注入电流均为0,极大地减少了方程中变量个数;再利用短路时的边界条件,将节点导纳矩阵处理成可以直接求解的方程,从而减小求解难度,缩短计算时间。

根据配电网短路时边界条件的特点,对网络节点电压方程进行矩阵变换,求解短路情况下各节点电压。短路情况下负荷不能采用原有的PQ模型,采用恒阻抗进行等效,并将等效的阻抗并入网络,修改节点导纳矩阵,进一步引入边界条件,修改节点电压方程,将节点电压方程已知量与未知量分离,转化为易于求解的方程组。

3 智能配电网暂态时域仿真功能设计

在配电网三相潮流的基础上,结合一些给定参数求解各代数量、状态量初值,将各负荷、分布式电源中能够并入网络的恒阻抗部分并入网络,继而在初值和新网络基础上不断求解各时步的代数方程和微分方程,遇到故障和操作时,做网络修改或变量增减处理,并进行代数量跃变计算,仿真一直到给定时间界限结束。

3.1 初值计算

潮流计算完成后,所有节点各相电压都为已知初值,恒阻抗负荷利用潮流电压和负荷功率转化为节点接地导纳,并入网络。需要特别处理的节点初值是动态负荷和分布式电源节点,动态节点模型是微分方程和代数方程组成,除给定参数外,存在较多的状态量和代数量初值求解问题,其策略是利用稳态时各变量是恒值,故所有微分项为0。

3.2 状态量求解

状态量存在于微分方程,需要采用数值分析的微分方程积分方法求解,本文采用显式的改进欧拉法,包括预测环节和校正环节,以下以状态量 i_d 和 i_q 的第 $n+1$ 步求解为例说明,其余动态元件的状态量类似求解。求解 i_d 和 i_q 的微分方程为:

$$\begin{cases} \frac{di_d}{dt} = -\frac{R}{X}i_d + i_q + \frac{1}{X}u_d - \frac{1}{X}u_{gd} = f_1(x_{dq}, t) \\ \frac{di_q}{dt} = -i_d - i_q \frac{R}{X} + \frac{1}{X}u_q - \frac{1}{X}u_{gq} = f_2(x_{dq}, t) \end{cases} \quad (8)$$

式(8)中: x_{dq} 表示 $i_d, i_q, u_{gd}, u_{gq}, u_d, u_q$ 变量组。当已知第 r_i 步状态量、代数量时,也即已知 $i_{dn}, i_{qn}, u_{gdn}, u_{gqn}, u_{dn}, u_{qn}$ 。

预测环节:

$$\begin{cases} i_{dn+1,0} = f_1(x_{dq}, t_n) \times h_n + i_{dn} \\ i_{qn+1,0} = f_2(x_{dq}, t_n) \times h_n + i_{qn} \end{cases} \quad (9)$$

式(9)中: h_n 为第 r_i 步求解第 $n+1$ 步时的步长。

3.3 代数量求解

将负荷看作恒阻抗模型,利用稳态潮流解各相电压值计算出负荷的等效导纳。将各节点各相导纳并入三相节点导纳矩阵的各相自导纳中。网络采用线性方程,即:

$$\mathbf{I}_{3N \times 1} = \mathbf{Y}_{3N \times 3N} \mathbf{U}_{3N \times 1} \quad (10)$$

式(10)中: N 为节点个数; \mathbf{Y} 为包括恒阻抗负荷在内的等效三相网络节点导纳矩阵。

时域仿真过程中,当完成一步状态量求解后,需要进行一步代数量求解。在负荷、分布式电源节点三相注入电流计算得到后,利用得到的节点电压

重新求解注入电流,进行迭代计算,当前后2次计算得到的所有节点电压误差小于收敛精度时,本时步代数量求解完毕。

4 智能配电网运行仿真平台应用

基于上述章节的理论研究,本文开发了智能配电网运行仿真平台,使用XML文件存储网络信息,利用E文件实现与基于OPEN3200系统的配电自动化系统进行数据交互,具有稳态潮流计算、短路电流计算、暂态扰动分析等多种功能。

下面以南京河西新城中胜变和双闸变2个变电站10 kV出线为例,在智能配电网运行仿真平台上进行仿真计算和验证。

4.1 短路计算

短路故障设置在和府奥园2号线,设置短路类型为ab两相接地短路,短路发生在0.1 s时,仿真总时间0.5 s,得到的结果如图5所示。

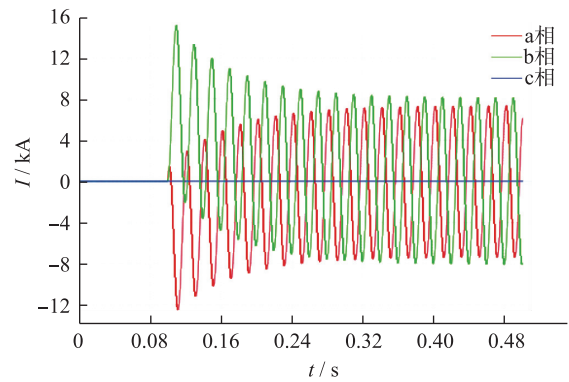


图5 短路计算结果

Fig.5 Short-circuit calculation results

从图5可以看出,ab两相接地短路,接地点ab相的电压为0,两相对地电流基本大小相等、方向相反。通过模拟网络短路故障,可以计算短路发生后的电网状态,合理配置继保装置整定值,提高供电可靠性。

4.2 暂态时域仿真计算

设置0.2 s时将分布式电源PV2接入,1.5 s时切除分布式电源PV3,分布式电源PV2和PV3的有功出力均为1000 kW,无功为0。图6给出了PV2和PV3的有功无功曲线以及周围节点的电压曲线。

从图6可以看出,分布式电源PV2接入或者分布式电源PV3切除,网络波动一段时间后到达稳定状态,其中,离分布式电源较近的点受到较大影响。通过时域仿真分析扰动下系统的稳定性,有利于合理规划分布式电源及负荷的投切。

该平台根据2016年迎峰度夏及特殊运行方式,结合月度、周调度操作建议,合理安排停电计划

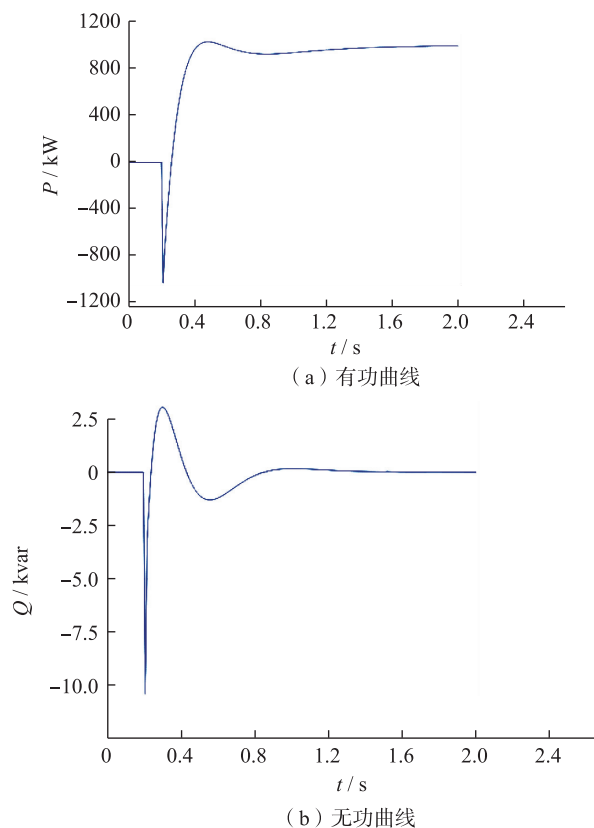


图6 PV2有功无功曲线

Fig.6 Active power and reactive power curve

173项,成功安排配网解、合环操作153次,调整运行方式76次,保证了南京电网安全稳定运行。

5 结语

本文首先从基本的数学和电路理论先分析得出对称分量法无法适用于网络不对称的配电网,后构建了详细的配电网线路、变压器模型,给出了负荷的稳态、暂态模型,在分布式电源的暂态建模中,着重研究了分布式电源的逆变器电路的建模。其次针对智能配电网三相不对称的特性,基于传统的单相算法,考虑分布式电源接入对配电网的影响,研究了智能配电网相关的三相潮流算法、三相短路电流算法以及三相时域仿真算法。最后开发了基于OPEN3200系统接口的智能配电网运行仿真平台,实现了仿真平台的离线和在线仿真功能以及仿真平台与配电自动化系统的交互,验证了所提方法及研制系统的有效性。

参考文献:

[1] 王成山,丁承第,李鹏,等.基于FPGA的配电网暂态实时仿真研究(一):功能模块实现[J].中国电机工程学报,2014,34(1):161-167.
WANG Chengshan, DING Chengdi, LI Peng, et al. Real-time transient simulation for distribution systems based on fpga, part i: module realization [J]. Proceedings of the CSEE, 2014, 34

(1):161-167.

- [2] 吴俊华,温彦军,赵月,等.配电网自动化在线仿真系统技术论述[J].电力自动化设备,2006,26(4):50-53.
WU Junhua, WEN Yanjun, ZHAO Yue, et al. Technology of on-time simulation system for Distribution automation [J]. Electric Power Automation Equipment, 2006, 26(4):50-53.
- [3] 田芳,董春晖,李亚楼,等.电力系统运行及安全监控仿真系统的研究与开发[J].中国电机工程学报,2011,31(28):80-86.
TIAN Fang, DONG Chunhui, LI Yalou, et al. Power system operation and security monitoring simulation system [J]. Proceedings of the CSEE, 2011, 31(28):80-86.
- [4] 周博文,杨军,宋新立,等.电网动态仿真中的稳控装置接口仿真平台[J].电力自动化设备,2013,33(10):157-167.
ZHOU Bowen, YANG Jun, SONG Xinli, et al. Interface simulation platform of stability control device in dynamic simulation of power system [J]. Electric Power Automation Equipment, 2013, 33(10):157-167.
- [5] 谢东亮,薛禹胜,薛峰,等.电力市场与电力系统的动态交互仿真平台(三)应用层设计[J].电力系统自动化,2011,35(12):7-14.
XIE Donglian, XUE Yusheng, XUE Feng, et al. Dynamic simulation platform for power market and power system part three application layer design [J]. Automation of Electric Power Systems, 2011, 35(12):7-14.
- [6] 张民,贺仁睦,孙哲.基于PSCAD/EMTDC的直流控制保护系统仿真平台及其在直流工程中的应用[J].电力系统保护与控制,2013,41(3):112-117.
ZHANG Min, HE Renmu, SUN Zhe. The hvdc control and protection simulation platform based on pscad/emtcd and its application in hvdc projects [J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(3):112-117.
- [7] 司丽梅,祝玉松,徐建军,等.基于分数阶微积分理论的线路模型建模方法[J].电工技术学报,2014,29(9):260-268.
SI Limei, ZHU Yuson, XU Jianju, et al. Transmission lines modeling method based on fractional order calculus theory [J]. Transactions of China Electro Technical Society, 2014, 29(9):260-268.
- [8] 罗建,朱特,何建军,等.基于输电线路分布参数电路模型的采样同步校准方法[J].电力系统保护与控制,2013,41(3):1-5.
LUO Jian, ZHU Te, HE Jianju, et al. Synchronized sampling calibration method based on distributed parameter circuit model of transmission line [J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(3):1-5.
- [9] 雷振,韦钢,蔡阳,等.含分布式电源区域节点的配电网模型和可靠性计算[J].电力系统自动化,2011,35(1):39-43.
LEI Zhen, WEI Gang, CAI Yang, et al. Model and reliability calculation of distribution network with zone-nodes including distributed generation [J]. Automation of Electric Power Systems, 2011, 35(1):39-43.

- [10] 吴文传,张伯明. 变压器详细模型推导与三相配电网潮流计算[J]. 电力系统自动化,2003,04(27):1-4.
WU Chuanwen,ZHANG Boming. Derivation of detailed transformer models and three-phase Power flow for distribution system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 04(27):1-4.
- [11] 李慧奇,李晓孟,李金忠,等. 计及铁心损耗和磁滞效应改进的变压器模型[J]. 电工技术学报,2016,31(21):196-202.
LI Huiqi,LI Xiaomeng,LI Jinzhong, et al. An improved transformer model considering of the losses and hysteresis of the core[J]. Transactions of China Electro Technical Society, 2016,31(21):196-202.
- [12] 李亚宁,于虹,彭文邦,等. 变压器绕组等值电路模型中电容/电感参数值仿真[J]. 云南电力技术,2016,44(4):12-16.
LI Yaning,YU Hong,PENG Wenbang, et al. Research on capacitance /inductance parameter values simulation computation in transformer winding of equivalent circuit model based on Finite element method[J]. Yunnan Electric Power, 2016, 44(4):12-16.
- [13] 张红斌,汤涌,张东霞,等. 考虑配电网的感应电动机负荷模型聚合方法研究[J]. 中国电机工程学报,2006,26(24):1-4.
ZHANG Hongbin,TANG Yong,ZHANG Dongxia, et al. Study on aggregation of induction motors with distribution network[J]. Proceedings of the CSEE,2006,26(24):1-4.
- [14] 张剑,孙元章,徐箭,等. 考虑配电网的负荷聚合方法[J]. 高电压技术,2010,36(10):2570-2575.
ZHANG Jian,SUN Yuanzhang,XU Jian, et al. Aggregation method of loads with distribution network considered[J]. High Voltage Engineering,2010,36(10):2570-2575.
- [15] 文珊,陈兵. 分布式光伏逆变器并网侧短路暂态特性分析[J]. 江苏电机工程,2014,33(6):34-37.
WEN Shan,CHEN Bin. Analysis on transient characteristics of the distributed photovoltaic inverter in the grid side short-circuit[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2014, 33(6):34-37.
- [16] 刘怡芳,张步涵,李俊芳,等. 考虑电网静态安全风险的随机潮流计算[J]. 中国电机工程学报,2011,31(1):59-64.
LIU Yifang,ZHANG Buhuan,LI Junfang, et al. Probabilistic load flow algorithm considering static security risk of the power system[J]. Proceedings of the CSEE,2011,31(1):59-64.
- [17] 吴奕,万真理,张玉林,等. 配电网潮流计算方法在工程应用中的分析[J]. 江苏电机工程,2015,34(4):10-13.
WU Yi,WAN Zhenli,ZHANG Yulin, et al. Application analysis of Power Flow calculation in the practical distribution network[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2015, 34(4):10-13.

作者简介:



张明

张明(1976—),男,江苏南京人,高级工程师,从事配电自动化工作;

周冬旭(1984—),男,辽宁葫芦岛人,工程师,从事配电网调控运行工作;

嵇文路(1974—),男,江苏淮安人,高级工程师,从事配电自动化工作;

徐青山(1979—),男,江苏姜堰人,博士生导师,研究方向为新能源发电与智能配电网;

马洲俊(1986—),男,江苏无锡人,工程师,从事配电网调控运行工作。

Research and Application of Intelligent Distribution Network Operation Simulation Platform Contains the Source and Network

ZHANG Ming¹, ZHOU Dongxu¹, JI Wenlu¹, XU Qingshan², MA Zhoujun¹

(1. Nanjing Power Supply Company, Nanjing 210019, China;

2. School of Electrical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: Considering the phenomenon of asymmetric and special network structure, a distribution network of conventional components and steady/transient model of distributed power supply are established. The intelligent distribution network related algorithm of three-phase flow algorithm, three phase short circuit current and three-phase time-domain simulation algorithm are proposed based on the characteristic of three-phase asymmetric distribution network. Finally, simulation platform of intelligent distribution network is developed, which is applied in Nanjing CBD successfully, verifying its effectiveness and rationality.

Key words: intelligent distribution network; asymmetric; distributed power; transients simulation

(编辑 徐林菊)