

# 配电网三相不平衡对线损增加率及电压偏移的影响

王若丞

(国网山东省电力公司青岛供电公司 山东 青岛 266000)

**摘要:**随着配网规模增大,用电负荷不断增多,三相负载不平衡现象严重影响了电网的稳定运行,不仅增加了配网损耗还降低了电能质量。文中推导出三相不平衡度与线路损耗增加率的关系公式,不仅考虑三相电流大小不对称,也结合实际情况分析了三相电流相位波动对损耗影响。全面分析了不平衡度-配变负载率-电压偏移三者的关系,提出了基于不平衡度指标下的电压偏移度预警方法。最后结合黄岛某小区具体工程实例以及上述推导公式得出结论,配电网三相不平衡对线损增加率及电压偏移都有一定影响,且其相关性不可忽略。可为配电系统运行决策提供参考,对配电网供电质量提高具有积极作用。

**关键词:**三相不平衡;线损增加率;负载率;电压偏移;预警方法

**中图分类号:** TM744

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2096-3203(2017)04-0131-06

## 0 引言

低压配电网由输电线路网络及大量用户负荷组成,其安全性一直受到广泛关注<sup>[1-4]</sup>。国标 JGJ 16, GB 50054, BG/T 15543 等规定三相运行时需保证三相负荷平均分配、中性线上阻抗为 0,然而在低压配电网中,用户是作为单相负载接在单相回路上的,用户负荷不断变化,导致三相负载不平衡,因此实际配电网中,三相负荷往往处于不平衡状态,该现象可能导致大负荷相设备过负荷、电机转子发热损坏等,同时三相不平衡电流会形成中心线电流,造成线路损耗的增加,这种增加有时数倍于三相平衡时的线损<sup>[5-8]</sup>。此外,三相负荷不对称也将影响配电变压器的出力,最严重的就是造成用户处电压的偏移,进而影响电气设备的正常运行。配网中不同负荷都需运行在各自允许的额定电压范围内,因此电压偏移是衡量供电质量的重要指标之一<sup>[9]</sup>。

正是由于三相负载不对称对电网影响较为严重,已有不少专家学者对该问题进行了探究,文献[10-12]基于人工神经网络搭建线损模型,估计配电系统的损耗,但该方法在实际应用中并不成熟。文献[13]总结了配电网降损规划方案的关键步骤,建立了配电网降损规划优化决策模型。文献[14]提出了一种利用自动化装置的配网线损计算方法,但该方法对自动化量测要求比较苛刻,目前国内量测准确性不是很高,使用效果并不理想。文献[5]中不仅分析了三相负荷大小不平衡对线损的影响,同时通过几个特例分析角度不对称所带来的影响,

但并未得出普遍的规律。文献[9]通过计算分析三相负荷相差很大是发生电压偏移的一个主要原因,但并未进行更为深入研究。其他关于配电网三相不对称与电压偏移的文献并不多见,因此研究这两者之间的关系具有很大的现实意义。

针对上述问题,本文首先分别推导出三相负荷大小不平衡、三相电流相位不对称与线路损耗增长率的关系,定性分析在已知三相不平衡时相位角对线损的影响;其次基于已有的三相电流不平衡度和电压偏移的关系,研究不平衡度-负载率-电压偏移这三者之间的关系,提出利用三相电流不平衡度对电压偏移进行预警的方法;最后,以姜堰地区部分小区用户为研究对象,结合现场数据,进行计算仿真,验证三相不平衡对线损增长率和电压偏移影响的理论分析结果,形成依据不平衡度对电压偏移预警的理论和实用方法,有利于配电网电能质量的监测和提高,具有重要的工程应用价值。

## 1 三相不平衡相关参数定义

### 1.1 三相电流不平衡度

在配电系统中,三相电流不平衡度的定义和计算方法有很多,文献[15,16]中将三相电流不平衡度定义为各相电流减去平均电流的差值与平均电流之比。文献[17]将三相电流不平衡度定义为最大电流减去平均电流的差值与平均电流之比。上述定义中都采用了三相平均电流作为衡量不平衡的基本量之一,但在一定程度上忽略了电流最大最小值对不平衡的影响。文中综合考虑三相电流中最大最小电流值对不平衡度的影响,则定义三相电流不平衡度:

收稿日期:2017-02-22;修回日期:2017-03-15

基金项目:国家自然科学基金青年基金资助项目(61602251)

$$\gamma = \frac{I_{zd} - I_{zx}}{I_{zd}} \times 100\% \quad (1)$$

式(1)中: $I_a, I_b, I_c$  分别为三相相电流; $I_{zd} = \max(I_a, I_b, I_c)$ ;  $I_{zx} = \min(I_a, I_b, I_c)$ ;  $\gamma$  为三相电流不平衡度,且  $\gamma \in [0, 1]$ 。

### 1.2 三相不平衡时负载率

由于式(1)中三相电流不平衡度的定义只反映了三相电流的最大最小值,此处引入负载率,可反映三相电流大小:

$$\alpha = \frac{U_a I_a + U_b I_b + U_c I_c}{S_n} \times 100\% \quad (2)$$

式(2)中: $U_a, U_b, U_c$  分别为三相相电压; $S_n$  为变压器额定容量。

## 2 三相不平衡对线损增长率的影响

三项平衡时,若设每相负荷电流为  $I_{av}$ ,各相电阻均为  $R$ ,则线损为:

$$\Delta P_b = 3I_{av}^2 R \quad (3)$$

但在实际电力系统中,三相电流大多不相等。对于三相四线制电路,设  $I_N$  为中性线电流,当三相不平衡时,相线的总损耗为各个线路的损耗之和:

$$\Delta P = I_a^2 R_a + I_b^2 R_b + I_c^2 R_c + I_N^2 R_N \quad (4)$$

一般情况下,  $R_N$  为中线电阻,由于中性线的截面一般是输电线路截面的一半,而 A, B, C 三相输电线相同,设其电阻为  $R$ ,故可取  $R = R_a = R_b = R_c = R_N/2$ 。由式(1)变形可求得最大最小电流之间的关系,可表示为  $I_{zx} = (1-\gamma)I_{zd}$ ,假定三相电流的中间值  $I_{mid} = \beta I_{zd}$ ,  $\beta \in [1-\gamma, 1]$ ,则式(4)可表示为:

$$\Delta P = [1 + \beta^2 + (1-\gamma)^2] I_a^2 R + I_N^2 R \quad (5)$$

式(5)中假设 A 相电流为最大值, B 相电流为中间值, C 相电流为最小值。

在此情况下,设 a 相电流角度为参考点,  $\varphi_b, \varphi_c$  分别为 b 相、c 相电流相对于 a 相电流的角度,在实际情况中 b 相和 c 相电流相对平衡时的角度波动较小,设  $\varphi_b \in [-\frac{5\pi}{6}, -\frac{\pi}{2}]$ ,  $\varphi_c \in [\frac{\pi}{2}, \frac{5\pi}{6}]$ ,  $I_b = \beta I_a \angle \varphi_b$ ,  $I_c = (1-\gamma)I_a \angle \varphi_c$ ,因此中性线上的复电流为:

$$\begin{aligned} I_N &= I_a + I_b + I_c = I_a + \beta I_a \angle \varphi_b + (1-\gamma)I_a \angle \varphi_c = \\ &= I_a + \beta I_a (\cos \varphi_b + j \sin \varphi_b + \\ &+ (1-\gamma)I_a (\cos \varphi_c + j \sin \varphi_c) = \\ &= [1 + \beta \cos \varphi_b + (1-\gamma) \cos \varphi_c] I_a + \\ &+ j [\beta \sin \varphi_b + (1-\gamma) \sin \varphi_c] I_a \quad (6) \end{aligned}$$

为说明三相电流不平衡度对线损的影响,文中引入线损增长率的概念:

$$\lambda = \frac{\Delta P}{\Delta P_b} \quad (7)$$

结合式(3—7),进一步化简得:

$$\lambda = \frac{2}{3} \times \left\{ [1 + \beta^2 + (1-\gamma)^2 + \beta \cos \varphi_b + (1-\gamma) \cos \varphi_c + \beta(1-\gamma) \cos(\varphi_b - \varphi_c)] \times (2 + \beta - \gamma)^{-2} \right\} \quad (8)$$

从式(8)可得线损增长率  $\lambda$  与  $\beta$ 、三相电流不平衡度  $\gamma$ 、电流相位角有关。对式(8)中  $\gamma$  求导可得到对任意固定  $\beta$  和电流相角,有  $\frac{d\lambda}{d\gamma} \geq 0$ ,即线损增长率是三相电流不平衡度的增函数。当  $\beta$  发生波动时,  $\lambda$  会在小范围内波动,但  $\lambda$  随  $\gamma$  增大而增大的趋势不变。同时,  $\lambda$  与 4 个变量有关,文中取特定  $\gamma$  值分析  $\lambda$  与  $\varphi_b, \varphi_c$  的一般规律,如图 1、图 2 所示。

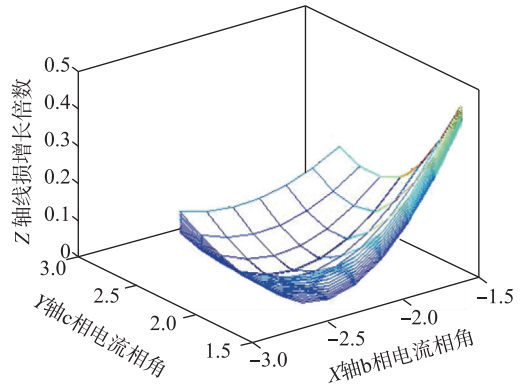


图 1  $\gamma = 0.1$

Fig.1  $\gamma = 0.1$

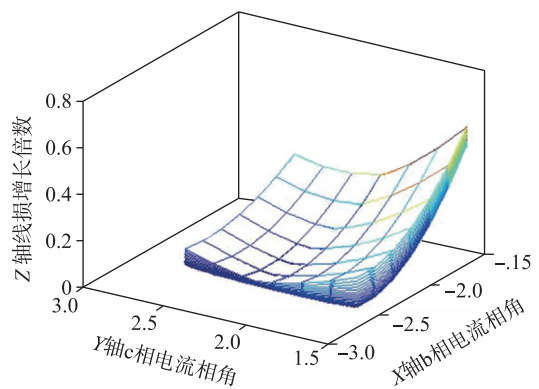


图 2  $\gamma = 0.3$

Fig.2  $\gamma = 0.3$

由图 1、图 2 可知,电流相角变化对线损增长率有一定影响,当  $\varphi_b \approx -\frac{\pi}{2}$ ,  $\varphi_c \approx \frac{\pi}{2}$  时,线损增长率达到最大值,而线损增长率的最小值却随着  $\gamma$  的变化而略有不同。

### 3 三相不平衡对电压偏移的影响

由于单相最大电压偏移反映居民用电负荷最严重的电压偏移情况,因此文中考虑电压偏移的最大偏移相。为保证电压质量,供电电压正负偏差绝对值不超过额定电压的 10%,将式(2)分子分母同时除以额定电压  $U_N$  :

$$\alpha = \frac{\frac{U_a I_a}{U_N} + \frac{U_b I_b}{U_N} + \frac{U_c I_c}{U_N}}{S_n / U_N} \times 100\% \quad (9)$$

由于  $U_\varphi / U_N \in [0.9, 1.1]$ ,  $\varphi$  为 a 相、b 相、c 相,则:

$$\alpha = \frac{I_a + I_b + I_c}{S_n / U_N} \times 100\% \quad (10)$$

此时  $I_N$  为:

$$I_N = I_a \times \left\{ (1 - 0.5[1 - \gamma, 1] - 0.5(1 - \gamma))^2 + 0.75([1 - \gamma, 1] - (1 - \gamma))^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

再将  $I_a$  用不平衡度  $\gamma$  和负载率  $\alpha$  表示,得三相不平衡度-负载率-电压偏移三者间的关系,最大单相电压偏移为:

$$\Delta U\% = (I_a + I_N)L \times \frac{R \cos \phi + X \sin \phi}{10U_N} = L \times \frac{R \cos \phi + X \sin \phi}{10U_N} \times \frac{\alpha S_n / U_N}{(2 - \gamma) + [1 - \gamma, 1]} \times \left\{ 1 + \left[ 1 - 0.5[1 - \gamma, 1] - 0.5(1 - \gamma)^2 + 0.75([1 - \gamma, 1] - (1 - \gamma))^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\} \quad (12)$$

式(12)中: $R$ 为线路电阻; $X$ 为线路电抗; $L$ 为线路长度; $\phi$ 为功率因数角。 $I_a$ 的取值范围为  $\left[ \frac{\alpha S_n}{U_N(3 - \gamma)}, \frac{\alpha S_n}{U_N(3 - 2\gamma)} \right]$ ,在  $I_b$  为  $1 - 0.5\gamma$  时取最小值,在 1 或  $1 - \gamma$  时取最大值。

电压偏移的取值范围为:

$$\Delta U\% \in \left[ L \times \frac{R \cos \phi + X \sin \phi}{10U_N} \times \frac{\alpha S_n}{U_N(3 - \gamma)} (1 + \sqrt{0.75 \times \gamma^2}), L \times \frac{R \cos \phi + X \sin \phi}{10U_N} \times \frac{\alpha S_n}{U_N(3 - 2\gamma)} (1 + \gamma) \right] \quad (13)$$

根据式(13)可得电压偏移-三相不平衡度-负载率的关系,如图 3 所示。

由上分析可得,电压偏移受三相电流不平衡度和负载率影响,在同一负载率下,电压偏移随不平衡度的增大而增大,且负载率越大,电压偏移随不平衡度增加的幅度越大。在一定的取值范围内,图

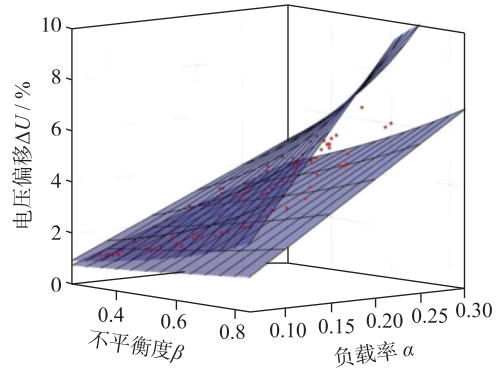


图 3 电压偏移散点图

Fig.3 Voltage offset scatter plot

3 表明所求取值范围合理性,由这个取值范围,可以根据特定电压偏移百分比的阈值,得到不平衡度和负载率的阈值条件。

### 4 实例分析

以黄岛地区部分小区用户为研究对象,该住户片区变电所设 2 台  $800 \text{ kV} \cdot \text{A}$  供电低压分段运行,电压为  $3 \times 380/220 \text{ V}$ ,该变电所距所供片区最远端 500 m,无电容补偿装置,采用 YJLV-4×185,电力电缆直埋敷设至单元楼配电箱。线路采用 YJLV22-3×185 导线,单位电阻、电抗按照国标设定。设定小区供电半径为 500 m,相线零线用同一材质,则  $L = 500 \text{ m}$  供电半径总的电阻为  $0.067 \Omega$ ,总的电抗为  $0.045 \Omega$ 。设功率因数为  $\cos \phi = 0.9$ ,标称相电压  $U$  取  $230 \text{ V}$ ,此台变压器容量为  $200 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 。忽略开关设备上的电压损失,如图 4 所示<sup>[18]</sup>。

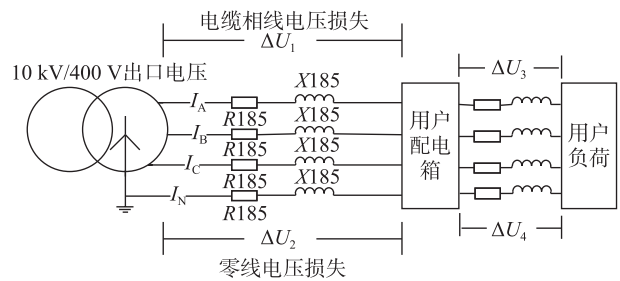


图 4 黄岛某小区线路阻抗分布图

Fig.4 Line impedance distribution of Huangdao

#### 4.1 三相不平衡对线损率的影响

取某几个变压器出口电流数据,绘制线损增长与三相不平衡度关系,如图 5 所示。

从图 5 可以看出,总体线损随着不平衡度的增加而增加,但会在相应最大值和最小值之间波动。

#### 4.2 电压偏移-不平衡度-负载率关系

将黄岛地区的实地数据带入式(12)和式(13),得出的数据进行曲面拟合,如图 6 所示。

电压偏移受三相电流不平衡度和负载率影响,

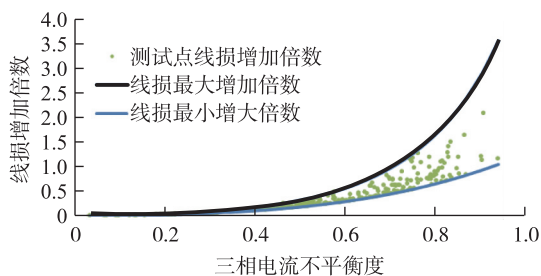


图5 线损率与不平衡度关系

Fig.5 The relationship between line loss rate and unbalance

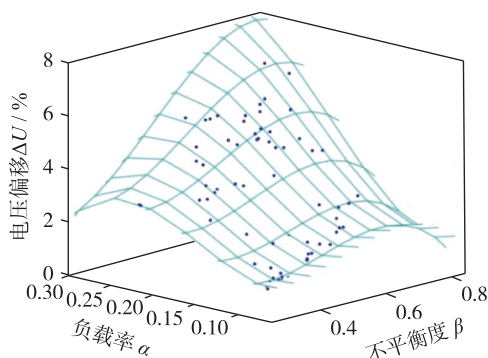


图6 电压偏移散点拟合图

Fig.6 Fit chart of voltage offset scatter

在同一负载率下,电压偏移随不平衡度的增大而增大,且负载率越大,电压偏移随不平衡度增加的幅度越大。

#### 4.3 电压偏移预警分析

规定用户处电压不能低于额定值的10%,根据上述配变测点数据进行分析,在电压偏移最大值平面上截取平面,即为电压偏移10%,所得投影即为不平衡度和负载率的阈值条件,阴影部分即为相应负载率、不平衡度的越限范围,如图7所示。

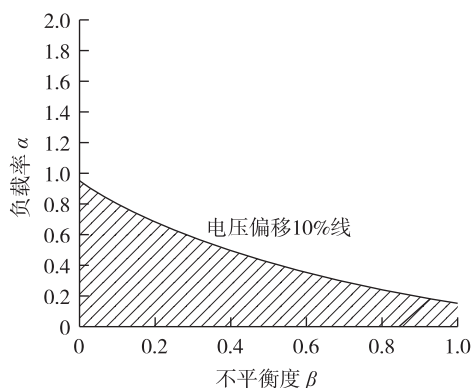


图7 负载率和不平衡度越限范围

Fig.7 The load factor and the unbalance are limited

当电压偏移10%时,负载率与不平衡度关系如表1所示。

由表1可知,当配电网电压偏移10%时,在轻载

表1 电压偏移10%

| Table 1 Voltage offset 10% |      |         |
|----------------------------|------|---------|
|                            | 负载率  | 不平衡度    |
| 轻载                         | 0.2  | 0.900   |
|                            | 0.3  | 0.856 2 |
|                            | 0.4  | 0.542 0 |
|                            | 0.5  | 0.426 8 |
|                            | 0.6  | 0.296 5 |
| 中载                         | 0.7  | 0.208 3 |
|                            | 0.8  | 0.124 0 |
|                            | 0.9  | 0.032 4 |
| 重载                         | 0.95 | 都越限     |

的时候,不平衡度允许值较大,甚至当负载率小于20%时,不平衡度为任何值电压都不越限。在负载率升高时,不平衡度允许值变小,在负载率超过95%时,任何不平衡度下都会使电压越限。因此重载线路的不平衡度越大时,线路本身的危害越大。

## 6 结语

本文基于黄岛某地区的实际情况,定性分析了低压配电网三相不平衡对线损增加率及电压偏移的影响,以黄岛某小区具体工程为例,结合上述推导公式得出如下结论,可为配电系统运行决策提供参考,对配电网供电质量提高具有积极作用。

(1) 线损增长率 $\lambda$ 是三相电流不平衡度 $\gamma$ 的增函数。当 $\beta$ 发生波动时, $\lambda$ 会在小范围内波动,但 $\lambda$ 随 $\gamma$ 增大而增大的趋势不变。

(2) 电流相角变化对线损增长率有一定影响,当 $\varphi_b \approx -\frac{\pi}{2}$ ,  $\varphi_c \approx \frac{\pi}{2}$ 时,线损增长率达到最大值,而线损增长率的最小值却随着 $\gamma$ 的变化而略有不同。

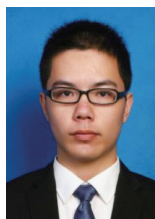
(3) 电压偏移程度受三相电流不平衡度和负载率影响,在同一负载率下,电压偏移随不平衡度的增大而增大,且负载率越大,电压偏移随不平衡度增加的幅度越大。

#### 参考文献:

- [1] 耿新辉, 鲁文, 张磐, 等. 基于全局优化调度的配电网负载率提高方法与实现[J]. 华北电力技术, 2014, 415(5): 17-21.  
GENG Xinhui, LU Wen, ZHANG Pan, et al. Optimization and implementation of distribution grid load rate improvement based on global optimal scheduling [J]. North China Electric Power Technology, 2014, 415(5): 17-21.
- [2] 孙志明. 电网统计线损率波动原因分析[J]. 江苏电机工程, 2011, 30(4): 58-60.  
SUN Zhiming. Power grid statistical line loss rate fluctuations

- analysis [J]. *Jiangsu Electrical Engineering*, 2011, 30(4): 58-60.
- [3] 蒋平, 赵剑锋, 唐国庆. 电能质量问题及其治理方法[J]. *江苏电机工程*, 2003, 22(1): 16-18.  
JIANG Ping, ZHAO Jianfeng, TANG Guoqing. Power quality problems and their governance methods [J]. *Jiangsu Electrical Engineering*, 2003, 22(1): 16-18.
- [4] 曾祥君, 黄明玮, 王文, 等. 配电网三相不平衡过电压有源抑制方法研究[J]. *电工技术学报*, 2015, 30(9): 61-69.  
ZENG Xiangjun, HUANG Mingwei, WANG Wen, et al. Study on active suppression of three-phase unbalanced overvoltage in distribution network [J]. *Journal of Electrical Technology*, 2015, 30(9): 61-69.
- [5] 卜永红. 配电网三相负荷不对称对技术线损的影响[J]. *大众电气*, 2004(12): 30-31.  
BU Yonghong. Influence on technical loss by three-phase load unbalanced in distribution networks [J]. *Popular Utilization of Electricity*, 2004(12): 30-31.
- [6] 邵俊琴. 三相不平衡线路的线损分析[J]. *电力学报*, 2001, 16(2): 91-93.  
GAO Junqin. The circuit loss rate analysis of three-phase unbalanced circuit [J]. *Journal of Electric Power*, 2001, 16(2): 91-93.
- [7] 王树田. 三相不平衡线路的线损分析[J]. *农村电气化*, 1994(2): 29-30.  
WANG Shutian. The circuit loss rate analysis of three-phase unbalanced circuit [J]. *Rural Electrification*, 1994(2): 29-30.
- [8] 张五一, 张言滨, 刘华伟. 配电网三相负荷不对称的线损分析[J]. *电力科学与工程*, 2007(1): 16-18, 36.  
ZHANG Wuyi, ZHANG Yanbin, LIU Huawei. The circuit loss rate analysis of asymmetric three-phase load in distribution networks [J]. *Electric Power Science and Engineering*, 2007.
- [9] 陈其林. 电压偏移原因分析及解决措施[J]. *贵州化工*, 2013, 38(1): 54-57.  
CHEN Qilin. Analysis of voltage offset and its solution [J]. *Guizhou Chemical Industry*, 2013, 38(1): 54-57.
- [10] 袁慧梅, 郭喜庆. 用遗传算法辅助设计的人工神经网络计算配电网线损[J]. *电网技术*, 1998, 22(12): 17-19.  
YUAN Huimei, GUO Xiqing. Calculation of line losses in distribution systems using artificial neural network aided by genetic algorithm [J]. *Power System Technology*, 1998, 22(12): 17-19.
- [11] 姚向华, 刘铭, 赵磊, 等. 基于人工神经网络的电力线路损耗计算[J]. *电力系统及其自动化学报*, 2001, 10(5): 23-49.  
YAO Xianghua, LIU Ming, ZHAO Lei, et al. The calculation of energy losses in electric power system based on an artificial neural network [J]. *Proceeding of the CSU-EPSA*, 2001, 10(5): 23-49.
- [12] 杨文锋, 王彬宇, 程卓, 等. 城市中低压配电网降损规划决策方法[J]. *电网技术*, 2014, 38(9): 2598-2604.  
YANG Wenfeng, WANG Binyu, CHENG Zhuo, et al. Optimized decision approach of loss reduction plan for medium-and low-voltage urban distribution networks [J]. *Power System Technology*, 2014, 38(9): 2598-2604.
- [13] 朱发国. 基于现场监测终端的配电网线损计算[J]. *电网技术*, 2001, 25(5): 38-40.  
ZHU Faguo. Loss calculation method for distribution network with information from field terminal units [J]. *Power System Technology*, 2001, 25(5): 38-40.
- [14] 同向前, 王海燕, 尹军. 基于负荷功率的三相不平衡度的计算方法[J]. *电力系统及其自动化学报*, 2011, 23(2): 24-30.  
TONG Xiangqian, WANG Haiyan, YIN Jun. Method for calculating the three-phase unbalance degree based on load power [J]. *Journal of Electric Power Systems and Automation*, 2011, 23(2): 24-30.
- [15] 林志雄, 陈岩, 蔡金锭, 等. 低压配电网三相不平衡运行的影响及治理措施[J]. *电力科学与技术学报*, 2009, 24(3): 63-67.  
LIN Zhixiong, CHEN Yan, CAI Jinding, et al. The influence of three-phase unbalanced operation on low-voltage distribution network and its control measures [J]. *Journal of Electric Power Science and Technology*, 2009, 24(3): 63-67.
- [16] 朱紫钊, 叶发新. 一种低压配电网理论线损计算的改进算法[J]. *电测与仪表*, 2012, 49(11): 6-10.  
ZHU Zizhao, YE Faxin. An improved algorithm for calculating the line loss of low voltage distribution network [J]. *Electrical Measurement and Measurement*, 2012, 49(11): 6-10.
- [17] 王彪, 郑涛, 倪斌, 等. 计及三相负荷不平衡的农村低压配电网理论线损计算[J]. *电力科学与技术学报*, 2013, 28(1): 81-85.  
WANG Biao, ZHENG Tao, NI Bin, et al. Calculation of theoretical line loss of rural low-voltage distribution network with three-phase load imbalance [J]. *Journal of Electric Power Science and Technology*, 2013, 28(1): 81-85.
- [18] 王代弟. 配电网三相不平衡问题的分析与研究[D]. 沈阳: 沈阳工业大学, 2007.  
WANG Daidi. Distribution network three-phase imbalance problem analysis and research [D]. Shenyang: Shenyang University of Technology, 2007.

## 作者简介:



王若丞

王若丞(1993—),男,山东烟台人,助理工程师,从事电力系统规划和建设运行工作(E-mail: 384177294@qq.com)。

## Influence of Distribution Network Three-phase Unbalance on Line Loss Increase Rate and Voltage Offset

WANG Ruocheng

(State Grid Shandong Electric Power Company Qingdao Power Supply Company, Qingdao 266000, China)

**Abstract:** With the increasing scale of the distribution network, the increasing load of electricity, the three-phase load imbalance seriously affected the stable operation of the power grid. Not only distribution network loss increases, power quality are also reduced. The relationship between the three-phase unbalance and the increase rate of the line loss is deduced, which not only considers the asymmetry of the three-phase current, but also analyzes the influence of the phase. The relationship between unbalanced-distribution load-voltage offset is analyzed comprehensively, and the method of warning of voltage offset based on unbalance index is proposed. Results show that the three-phase imbalance has certain impact on the line loss increase rate and voltage offset, and the correlation cannot be neglected, combined with the specific engineering example of Huangdao area and above derivation formulas. It can provide reference for the operation decision of distribution system and have positive effect on the improvement of power supply quality of distribution network.

**Key words:** three-phase unbalance; increase rate of line loss; load rate; voltage offset; warning method

(编辑 徐林菊)

(上接第 124 页)

作者简介:



邓庆

邓庆(1982—),男,江苏南京人,工程师,从事电力系统控制保护平台技术的研究工作(E-mail: dengqing@sgepri.sgcc.com.cn);

周华良(1980—),男,江苏苏州人,高级工程师,从事电力系统控制保护平台技术的研究工作(E-mail: zhouhualiang@sgepri.sgcc.com.cn);

夏雨(1976—),男,湖北武汉人,高级工程师,从事电力系统控制保护平台技术的研究工作(E-mail: xiayu@sgepri.sgcc.com.cn);

胡国(1977—),男,江西抚州人,高级工程师,从事电力系统控制保护平台技术的研究工作(E-mail: huguo@sgepri.sgcc.com.cn);

邹志扬(1980—),男,广东梅州人,工程师,从事电力系统控制保护平台技术的研究工作(E-mail: zouzhiyang@sgepri.sgcc.com.cn)。

## Design of Adaptive Switching Input Data Acquisition System in Power System Secondary Equipment

DENG Qing, ZHOU Hualiang, XIA Yu, HU Guo, ZOU Zhiyang

(NARI Group Corporation, Nanjing 211106, China)

**Abstract:** The basic function and composition of adaptive switching input data acquisition system is introduced according to the design process of new generation high-voltage relay protection. A system design and software identification method for the data acquisition of the adaptive switching value of Power System Secondary Equipment is proposed. According to the optocoupler acquisition loop and experimental verification on the design of adaptive switch data acquisition system, the hardware and software implementation method of the data acquisition system is described. By software the system can adjust the threshold value of the adaptive switching input voltage and monitor switching power supply voltage. This system has a very important role in improving the success rate of hardware research and development, and improving the stability and reliability of the power system secondary equipment.

**Key words:** power system secondary equipment; self-adaption; switching value; data acquisition

(编辑 徐林菊)