

· 专论与综述 ·

## 500/220 kV 电磁环网解合环方式评价方法研究

刘建坤, 赵静波, 周前, 李群

(江苏省电力公司电力科学研究院, 江苏南京 211103)

**摘要:**提出了一种新的 500/220 kV 电磁环网运行方式评价方法,该方法从电网运行可靠性和经济性出发,确定了以母线短路电流水平、线路负载率、变压器负载率、电网静态安全性、电网暂态稳定性、网损作为评价电磁环网不同解合环方式优劣的指标,并基于电网实际运行中对各指标的期望曲线,建立了考虑阈值的运行指标评价公式,对于各运行指标的权重参数,采用了一种新的群决策理论方法进行确定。根据计算实例对比,表明了该电磁环网运行评价指标方法是实用有效的。

**关键词:**电磁环网;解合环;评价方法;群决策;权重

**中图分类号:**TM711

**文献标志码:**A

**文章编号:**1009-0665(2014)05-0001-05

电力系统的电磁环网是指两组不同电压等级的输电线路通过变压器或电磁耦合构成的环形电网<sup>[1]</sup>。电磁环网的形成是电网发展过程中的产物,在电磁环网存在的早期,环网运行方式一定程度上使电网的输电能力得到加强,提高了电网的供电可靠性和系统的暂态稳定性。但随着高低电压等级电网的不断增强,电网结构日趋复杂,电磁环网运行可能会对电网的安全运行带来一定影响,如短路电流超限、高压线路故障后向低压线路潮流转移等<sup>[2-6]</sup>。随着特高压和新能源快速发展,电网运行更趋复杂,研究合理的电磁环网解合环评价方法更加重要<sup>[7,8]</sup>。

在电力系统实际运行中,电磁环网的解合环应根据电网运行实际具体分析,并非排斥一切电磁环网运行方式,在有些情况下,电磁环网运行在充分利用资源、提高输电可靠性、降低输电损失等方面比开环运行更利大于弊<sup>[1]</sup>。因此,电磁环网的解合环方案,需进行详细的运行可靠性和经济性分析,进而选择最佳的解合环运行方式。目前,在电磁环网解合环评价方面,以满足约束条件为目标的电网运行方式对比研究较多,但对满足约束条件的不同运行方式优劣往往缺乏定量对比。文献[9-12]提出了电磁环网解环研究的原则和可行性等,但未给出具体的定量评价指标及方法;文献[13]等提出了电磁环网开环方案的模糊综合评价方法,但对各行为指标的计算未考虑指标在不同范围的分段特性。文中根据电网实际运行的经验,对 500/220 kV 电磁环网的解合环方式建立了指标评价体系,并且结合具体电网实例验证了该评价体系的有效性。

## 1 电磁环网运行指标评价公式

### 1.1 电磁环网运行评价指标

对电磁环网的不同解合环运行方式,可以从运行

可靠性和经济性两方面进行评价,具有可靠性和经济性综合最优的运行方式应当是最佳的运行方式。

根据电网运行经验,对于电网的不同解合环方案而言,电网运行的可靠性主要反映在短路电流水平、设备负载情况、静态安全性、系统稳定性等方面;经济性主要反映在不同方式的网损方面。对于 500/220 kV 电磁环网,文中确定了以下几个电网运行的评价指标:(1) 母线短路电流水平;(2) 线路负载率;(3) 变压器负载率;(4) 电网静态安全性;(5) 电网暂态稳定性;(6) 网损。

### 1.2 电磁环网运行评价指标的属性

在决策理论中,指标属性类型一般可以分为效益型、成本型、固定型、偏离型、区间型和偏离区间型等<sup>[14]</sup>。根据电磁环网运行评价指标的特点,文中对各评价指标的属性均采用成本型,即在评价得分中,得分越少越好。此种属性选择符合一般的电网运行经验,例如网损越小则经济性越优、线路(变压器)负载率越低则供电裕度越大等。

### 1.3 运行指标评价公式

#### 1.3.1 短路电流指标评价公式

对应短路电流指标的成本型属性,根据电网实际运行经验,对单条母线短路电流指标所得分值的期望值如图 1 所示。

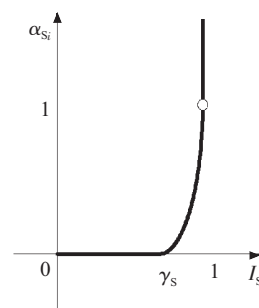


图 1 母线短路电流评分期望值曲线

图 1 中,横坐标  $I_S$  为单条母线短路电流同开关额定开断电流的比值,其中  $\gamma_S$  为短路电流影响度阈值。根据

以上期望值曲线,当 $I_s$ 大于1,也即母线短路电流超过开关额定开断容量时,期望值为无穷大,当 $I_s$ 小于某一阈值 $\gamma_s$ 时,可认为对电网负面影响可忽略,即期望值为0,当 $I_s$ 位于1和 $\gamma_s$ 之间时,期望值随 $I_s$ 的增大而增大,且 $I_s$ 越接近于1,变化趋势越陡峭。根据以上期望值曲线,单条母线短路电流指标评分公式为:

$$\alpha_{Si} = \begin{cases} +\infty, I_s \geq 1 \\ \left(\frac{I_s - \gamma_s}{1 - \gamma_s}\right)^{\beta_s}, \gamma_s < I_s < 1 \\ 0, I_s \leq \gamma_s \end{cases} \quad (1)$$

式中: $\beta_s$ 为大于1的正实数。对于电磁环网解合环方式中的整体短路电流指标,评分公式则如下式所示:

$$\alpha_s = \lambda_{S500} \sum_{\Phi_{S500}} \alpha_{Si} + \lambda_{S220} \sum_{\Phi_{S220}} \alpha_{Si} \quad (2)$$

式中: $\Phi_{S500}$ 为500 kV母线集合; $\Phi_{S220}$ 为220 kV母线集合; $\lambda_{S500}$ 为500 kV母线短路电流权重; $\lambda_{S220}$ 为220 kV母线短路电流权重。

### 1.3.2 线路运行状态评价公式

与短路电流指标评价公式类似,单条线路运行状态评分公式为:

$$\alpha_{Li} = \begin{cases} +\infty, I_L \geq 1 \\ \left(\frac{I_L - \gamma_L}{1 - \gamma_L}\right)^{\beta_L}, \gamma_L < I_L < 1 \\ 0, I_L \leq \gamma_L \end{cases} \quad (3)$$

式中: $I_L$ 为线路负载率; $\gamma_L$ 为线路负载率阈值; $\beta_L$ 为大于1的正实数。电磁环网解合环方式中的线路运行状态指标评分,如下式所示:

$$\alpha_L = \lambda_{L500} \sum_{\Phi_{L500}} \alpha_{Li} + \lambda_{L220} \sum_{\Phi_{L220}} \alpha_{Li} \quad (4)$$

式中: $\Phi_{L500}$ 为500 kV线路集合; $\Phi_{L220}$ 为220 kV线路集合; $\lambda_{L500}$ 为500 kV线路运行状态指标权重; $\lambda_{L220}$ 为220 kV线路运行状态指标权重。

### 1.3.3 变电站运行状态评价公式

与线路运行状态指标评价公式类似,单座变电站运行状态评价公式为:

$$\alpha_{Ti} = \begin{cases} +\infty, I_T \geq 1 \\ \left(\frac{I_T - \gamma_T}{1 - \gamma_T}\right)^{\beta_T}, \gamma_T < I_T < 1 \\ 0, I_T \leq \gamma_T \end{cases} \quad (5)$$

式中: $I_T$ 为单座变电站的越限率,即变电站输送功率同主变稳定限额的比值; $\gamma_T$ 为变电站越限率阈值; $\beta_T$ 为大于1的正实数。电磁环网解合环方式中的变电站运行状态指标评分,如下式所示:

$$\alpha_T = \lambda_T \sum_{\Phi_T} \alpha_{Ti} \quad (6)$$

式中: $\Phi_T$ 为500 kV变电站集合; $\lambda_T$ 为变电站运行状态指标权重。

### 1.3.4 静态安全分析指标评价公式

对电磁环网不同解合环方式下的静态安全性,主要是分析电网发生 $N-1$ 后的设备过载率,基于指标的成本型属性,不满足 $N-1$ 的情形越多,令得分越高。对于系统发生单个元件故障时静态安全分析指标的评分公式为:

$$\alpha_{Ni} = n_N \quad (7)$$

其中 $n_N$ 为系统发生单个元件故障 $N-1$ 时其余设备过载的个数。则具体电磁环网解合环方式中静态安全指标得分为:

$$\alpha_N = \lambda_N \sum_{\Phi_N} \alpha_{Ni} \quad (8)$$

式中: $\Phi_N$ 为系统发生单个元件故障( $N-1$ )的集合; $\lambda_N$ 为静态安全评价指标权重。

### 1.3.5 电网暂态稳定性指标评价公式

对电磁环网不同解合环方式下的暂态稳定性,文中通过比较发生相同故障时的故障极限切除时间来进行评价。对发生单个故障时电网暂态稳定性得分的期望值可如图2所示。

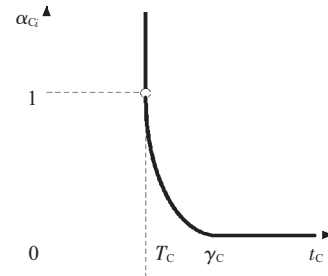


图2 电网暂态稳定性评分期望值曲线

图中:横坐标 $t_c$ 为故障极限切除时间; $T_C$ 为故障时保护动作时间; $\gamma_C$ 为故障极限切除时间阈值。对于图2中期望值曲线有如下解释:当发生电网故障时,当故障极限切除时间 $t_c$ 大于 $\gamma_C$ 时,可认为电网具有较强的暂态稳定性,此时期望值恒定为0;如 $t_c$ 小于 $T_C$ ,此时系统会失稳,则电网稳定性指标期望值为无穷大;当 $t_c$ 大于 $T_C$ 而小于 $\gamma_C$ 时,期望值随着 $t_c$ 的增大而减小,此时 $t_c$ 越接近 $T_C$ ,期望值曲线越陡峭。根据以上期望值曲线,对于单个故障时电网稳定性指标评分公式为:

$$\alpha_{Ci} = \begin{cases} +\infty, t_c \geq T_C \\ \left(\frac{t_c - \gamma_C}{T_C - \gamma_C}\right)^{\beta_C}, T_C < t_c < \gamma_C \\ 0, t_c \leq \gamma_C \end{cases} \quad (9)$$

式中: $\beta_c$ 为大于1的正实数。电磁环网解合环方式中的暂态稳定性指标评分,如下式所示:

$$\alpha_c = \lambda_c \sum_{\Phi_c} \alpha_{c_i} \quad (10)$$

式中: $\Phi_c$ 为设定的故障集合; $\lambda_c$ 为暂态稳定性指标权重。

### 1.3.6 网损指标评价公式

在网损指标评价中,以电磁环网的不同解合环方式中的最小网损为基准值,其他解合环方式以最小网损值作为参考进行评分。对于某种解合环方式,网损相对值为:

$$\Delta S_i = S_i - S_0 \quad (11)$$

式中: $S_i$ 为某解合环方式下网损; $\Delta S_i$ 为同比最小网损 $S_0$ 对应的网损水平增量。由于网损越小,运行方式越优,则基于指标的成本型属性,相应得分则越低。对此电网网损指标评分公式为:

$$\alpha_E = \lambda_E \Delta S_i \quad (12)$$

式中: $\lambda_E$ 为电网网损评价指标权重。

### 1.3.7 评价指标公式中参数的确定

上文中给出了电磁环网解合环方式的指标评价公式,根据电网实际运行经验,对评分公式中包含的参数确定可参考表1。

表1 电磁环网评价指标评分公式相关参数

参数	取值	参数	取值
$\gamma_s$	0.8	$\gamma_T$	0.8
$\gamma_L$	0.75	$\gamma_c$	0.3

以 $\gamma_L$ 为例对上表参数的确定进行说明, $\gamma_L$ 是指线路运行状态阈值,在线路负载率分析中,往往对负载率在75%以上的线路给予较多关注,认为属于重载线路,而负载率在75%以下,可认为对电网的可靠性影响程度较低,因此在上表中,令 $\gamma_L=0.75$ 。同理, $\gamma_s, \gamma_T, \gamma_c$ 分别确定为0.8, 0.8, 0.3。

$\beta_s, \beta_1, \beta_T, \beta_c$ 均属于指数参数,在文中统一确定为2,经检验指数为2时可满足节中各评分公式期望值曲线的趋势。值得指出的是,以上评分公式中的各参数,均可根据实际需要进行另行设定。

对于各指标中的权重参数 $\lambda$ ,将在下文中对确定方法进行叙述。

## 2 基于群组多属性决策的电磁环网指标权重确定方法

上文中提出的各个具体指标评价公式中,包括了每个指标的权重参数 $\lambda$ ,这是因为不同的指标对电网

影响的重要程度是存在差异的,因此需要对各评价指标进行赋权。根据统计学理论,建立了一套基于群组多属性决策的电磁环网指标权重确定方法。

### 2.1 群组多属性决策权重确定方法

对于电磁环网各具体评价指标重要程度的判定,需由具有丰富电网运行经验的专家完成。而在判定过程中,由单一专家形成的确定意见往往偏于片面,应当由许多专家分别给出确定意见,从而形成集体决策,此类问题即为群组决策问题<sup>[15]</sup>。

最终的权重向量需要综合每位专家的赋权信息,所以对群组专家赋权信息的合成,是整个权重求解的关键。针对这一问题,采用了一种群组多属性决策权重确定方法,其主要思想为:每位专家在多属性决策中的决策权力,应该体现在决策活动中,该专家与专家组的决策结果一致性程度上,当一名专家与大多数专家的决策结果一致时,该专家就应该拥有较大的决策权力;与此相反,当该专家与大多数专家的决策结果一致性较差时,其决策权力就应该较小<sup>[16]</sup>。

假设对某个多属性决策问题,有 $n$ 名专家对 $m$ 种属性给出权重系数,得出的权重向量值为:

$$\begin{aligned} W_1 &= (w_{11}, w_{12}, w_{13}, \dots, w_{1m}) \\ W_2 &= (w_{21}, w_{22}, w_{23}, \dots, w_{2m}) \\ W_3 &= (w_{31}, w_{32}, w_{33}, \dots, w_{3m}) \\ &\dots\dots \\ W_n &= (w_{n1}, w_{n2}, w_{n3}, \dots, w_{nm}) \end{aligned} \quad (13)$$

式中: $w_{jk} \geq 0$ ,且 $j \in \{1, 2, \dots, n\}, k \in \{1, 2, \dots, m\}$

专家决策权力赋权问题的核心在于选择反映大小的最佳统计量。这里记为:

$$\bar{w}_j = \sum_{i=1}^n w_{ij} / n, 1 \leq j \leq m, \bar{W} = (\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_m) \quad (14)$$

$$|W_i - \bar{W}| = \sqrt{(w_{i1} - \bar{w}_1)^2 + (w_{i2} - \bar{w}_2)^2 + \dots + (w_{im} - \bar{w}_m)^2} \quad (15)$$

$$|W_i - W_j| = \sqrt{(w_{i1} - w_{j1})^2 + (w_{i2} - w_{j2})^2 + \dots + (w_{im} - w_{jm})^2} \quad (16)$$

取:

$$A_i = a_i \sum_{j=1}^n |W_i - W_j| + b_i |W_i - \bar{W}| \quad (17)$$

其中 $a_i + b_i = 1, a_i \geq 0, b_i \geq 0, 0 \leq i \leq n$ ,这里,用 $1/A_i$ 来度量专家权重的大小,令:

$$W^* = \left( \frac{1}{A_1}, \frac{1}{A_2}, \dots, \frac{1}{A_n} \right)' \quad (18)$$

把 $W^*$ 归一化,即得到赋权专家的权重向量:

$$W' = (w'_1, w'_2, w'_3, \dots, w'_n)' \quad (19)$$

根据加权和法,该决策问题各属性的权重向量为:

$$W=W' \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & L & w_{1m} \\ w_{21} & w_{22} & L & w_{2m} \\ M & M & O & M \\ w_{n1} & w_{n2} & L & w_{nm} \end{bmatrix} \quad (20)$$

## 2.2 电磁环网评价各指标权重的确定

对于已确定的电磁环网解合环评价可靠性和经济性的具体指标权重向量:

$$W=(\lambda_{S220}, \lambda_{S500}, \lambda_{L220}, \lambda_{L500}, \lambda_T, \lambda_N, \lambda_C, \lambda_E) \quad (21)$$

利用层次分析法中判断矩阵的形式向若干位具有丰富电网运行经验专家发放调查问卷,获得了每位专家对各指标的重要性判断信息,并利用层次分析法(AHP)的原理获得了每位专家的赋权:

$$W_1=(0.050 \ 5 \ 0.079 \ 9 \ 0.019 \ 2 \ 0.034 \ 6 \ 0.166 \ 0$$

$$0.141 \ 7 \ 0.453 \ 3 \ 0.054 \ 8);$$

$$W_2=(0.059 \ 1 \ 0.100 \ 1 \ 0.018 \ 3 \ 0.042 \ 3 \ 0.193 \ 9$$

$$0.126 \ 6 \ 0.408 \ 0 \ 0.051 \ 7);$$

.....

$$W_n=(0.029 \ 3 \ 0.095 \ 5 \ 0.021 \ 6 \ 0.070 \ 2 \ 0.135 \ 8$$

$$0.139 \ 2 \ 0.443 \ 3 \ 0.065 \ 0)。$$

对于利用层次分析法判断矩阵的方式获取每位专家对具体指标的权重判断,具体过程可以参见相关文献<sup>[17]</sup>,文中不再赘述。

根据上节中的群组多属性决策方法,取  $a_i=b_i=0.5$ ,可获得最终的权重向量为:

$$W=(0.049 \ 0 \ 0.091 \ 4 \ 0.019 \ 5 \ 0.045 \ 9 \ 0.170 \ 0$$

$$0.135 \ 7 \ 0.434 \ 8 \ 0.053 \ 8)。$$

## 3 计算实例

以某年度南京南部电网为例,对文中所提出的电磁环网运行方式评价指标体系进行了验证。

南京南部电网结构如图3所示。廻峰山变电站2台500 kV主变建成之后,受短路电流增大等因素影响,东善桥-廻峰山之间面临电磁环网解环,根据东善桥变电站和廻峰山变电站之间的电网结构,以下述2种解环方式作为研究对象。

方案1:开断东善桥-龙山、东善桥-华科、殷巷-溧水、殷巷-苏庄线路;

方案2:开断东善桥-龙山、东善桥-华科、东善桥-殷巷线路。

对于以上2种解环方式,解环后网架结构仍然基本保持环形,不存在大范围串供情况,网架结构合理。对东善桥-廻峰山电磁环网2种解环方式进行了计算对比,结果见表2。

对2种解环方案下不同的运行指标进行了量化评分,定量对比结果见表3。

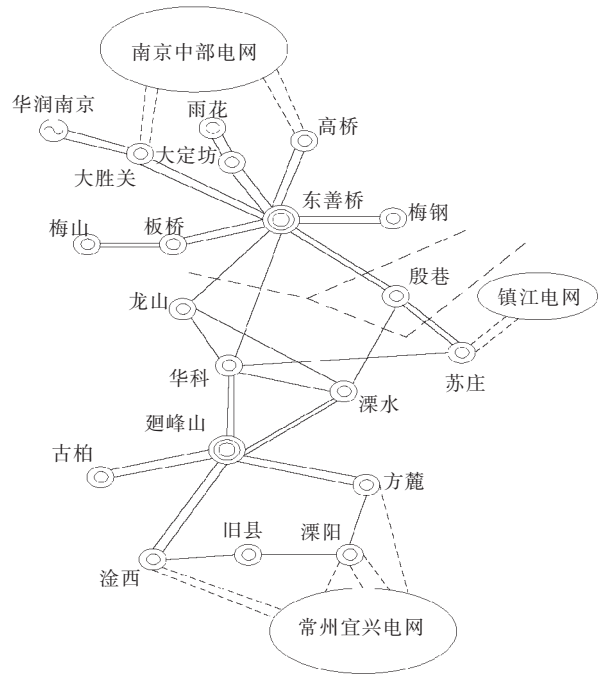


图3 南京南部电网结构

表2 东善桥-廻峰山电磁环网不同解环方式下电网运行情况定性对比

评价指标	解环方式1	解环方式2
短路电流	不超标	不超标
输送能力	线路和变压器均未超稳定限额	线路和变压器均未超稳定限额
静态安全分析	无N-1后过载	无N-1后过载
暂态稳定	无稳定问题	无稳定问题
网损	475.587 MW	475.748 MW

表3 东善桥-廻峰山电磁环网不同解环方式电网运行情况定量对比

评价指标	得分	解环方式	
		解环方式1	解环方式2
短路电流	500 kV 母线	0.153 1	0.153 4
	220 kV 母线	0.083 1	0.087 9
线路运行状态	500 kV 母线	0.003 9	0.003 9
	220 kV 母线	0.005 7	0.006 2
变电站运行状态		0.069 3	0.069 7
静态安全分析		0.000 0	0.000 0
系统稳定性		0.095 7	0.095 6
网损		0.000 0	0.008 7
总评分		0.410 8	0.425 4

由表3,可以对2种解环方式下的运行指标情况进行横向对比,如:短路电流方面方式1优于方式2、系统稳定性方面方式2略优于方式1等。而从总评分中可看出,解环方式1比解环方式2总评分更少,基于评价的成本型属性,即运行方式更优,因此,通过定量分析可判断出解环方式1优于解环方式2,在运行中可采取此种解环方式,这同实际电网运行中采用的解环方式相一致。

## 4 结束语

提出了一种新的 500/220 kV 电磁环网运行评价方法,此方法基于电网实际运行经验,提出了考虑指标阈值的电网运行方式评价指标公式,并采用群组多属性决策理论提出了确定各评价指标权重的方法,从而可以对电磁环网的不同解合环方式的优劣进行定量的对比。此种方法具有较好的扩展性,不同电网可根据实际情况和运行经验对其中的参数进行设定,从而更适用于不同电网的需求。根据计算实例分析,对于确定的 500/220 kV 电磁环网,通过此运行评价方法,可以对不同解合环方式下的运行指标情况进行横向对比,而且通过对比不同解合环方式的总评分,可以确定最优的解合环方式,从而为电网的安全可靠运行提供参考。

### 参考文献:

- [1] 成涛,成连生. 电力系统的电磁环网运行[J]. 华中电力, 2001, 14(6): 17-19.
- [2] 王涛,赵良. 500 kV/220 kV 电磁环网调度运行对策和浙江电网案例分析[J]. 华东电力, 2005, 33(9): 39-41.
- [3] 侯春青,郑惠萍. 2005 年山西中南部 500 kV 及 220 kV 电网的电磁环网运行方式研究[J]. 电网技术, 2005, 29(10): 80-84.
- [4] 颜俊,程改红,张中庆,等. 南方电网 500 kV/220 kV 电磁环网运行方式研究[J]. 南方电网技术, 2013, 7(6): 76-80.
- [5] 刘楠,唐晓骏,张文朝,等. 特高压接入河南电网后电磁环网解环方案研究[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(2): 131-136.
- [6] 王加庆,吴迪,叶彬,等. 安徽电网 2008~2015 年电磁环网的解环方案[J]. 华东电力, 2008, 36(12): 59-60.
- [7] 崔晓丹,李威,任先成,等. 大规模风电接入的输电网规划研究述评[J]. 江苏电机工程, 2012, 31(6): 1-4.
- [8] 董宸,周霞,李威,等. 提升特高压电网输电能力的方法[J]. 江苏电机工程, 2013, 32(5): 1-4.
- [9] 南哲,侯玉琤,宁辽逸. 500/220 kV 电磁环网解环与分区运行研究[J]. 东北电力技术, 2014(3): 4-8.
- [10] 张祖平,范明天,周莉梅. 城市电网电磁环网的解环问题研究[J]. 电网技术, 2008, 32(19): 42-44.
- [11] 刘明松,张健,张文朝. 弱电电磁环网运行控制若干问题及对策[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(4): 109-114.
- [12] 程海辉. 500/220 kV 电磁环网开环运行分析[J]. 江苏电机工程, 2005, 24(5): 38-40.
- [13] 叶华,刘玉田,牛新生. 500 kV~220 kV 电磁环网开环方案模糊综合评价[J]. 电力自动化设备, 2006, 27(7): 1-5.
- [14] 张方伟,姚炳学,王志强. 一种新的区间数多属性决策权重信息集结方法[J]. 模糊系统与科学, 2007, 21(6): 135-140.
- [15] SZMIDT E, KACPRZYK J. Intuitionistic Fuzzy Sets in Group Decision Making[J]. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, 1996, 2(1): 15-32.
- [16] 阎瑞霞,刘金良,姚炳学. 一种群组决策中专家权重确定的方法和应用[J]. 统计与决策, 2007(23): 84-86.
- [17] 潘仁飞,邹乐乐,侯运炳. 基于专家可信度的不确定型 AHP 方法及其应用[J]. 系统工程, 2008, 26(10): 101-106.

### 作者简介:

刘建坤(1980),男,山东潍坊人,高级工程师,从事电力系统计算和分析工作;  
赵静波(1982),男,重庆市人,高级工程师,从事电力系统计算和分析工作;  
周前(1978),男,江苏宜兴人,高级工程师,从事电力系统计算和分析工作;  
李群(1967),男,江苏靖江人,研究员级高级工程师,从事电力系统分析、无功补偿控制、新能源研究等工作。

## Evaluation on Open/closed Loop Operation Modes of 500/220 kV Electromagnetic Loop Network

LIU Jiankun, ZHAO Jingbo, ZHOU Qian, LI Qun

(Jiangsu Electric Power Company Electric Power Research Institute, Nanjing, 211103, China)

**Abstract:** In this paper, a new method is proposed to evaluate the operation modes of 500/220 kV electromagnetic loop network. From the views of reliability and economy of power grid operation, the bus-bar short-circuit current level, the line load rate, the transformer load rate, the power grid static security, the power grid transient stability and the power grid loss are selected as evaluation indexes. Based on the anticipant curves of each index during actual operation of power grid, evaluation formula combined with threshold is established. To acquire the weight coefficient of each operation index, a new group decision-making theory is adopted. Comparisons of calculation results of an actual example shows that the proposed method is practical and effective.

**Key words:** electromagnetic loop network; open/closed loop; evaluation method; group decision; weight

## 广告索引

江苏省电力公司淮安供电公司	封一	《江苏电机工程》协办单位	前插 4
江苏省电力设计院	封二	江苏南瑞帕威尔电气有限公司	(黑白) 文前
南京南瑞继保电气有限公司	前插 1	远东电缆有限公司	封三
《江苏电机工程》协办单位	前插 2、3	南瑞科技股份有限公司	封四