



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104392287 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 04

(21) 申请号 201410734971. 9

G06Q 50/06(2012. 01)

(22) 申请日 2014. 12. 05

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

申请人 国网冀北电力有限公司

国网冀北电力有限公司经济技术研究院

南京南瑞集团公司

(72) 发明人 蓝海波 李顺昕 张隽 赵炜炜

杜延菱 赵峰 黄毅臣 李笑蓉

李莉 岳昊 王赛 吴寻

(74) 专利代理机构 北京安博达知识产权代理有限公司 11271

代理人 徐国文

(51) Int. Cl.

G06Q 10/04(2012. 01)

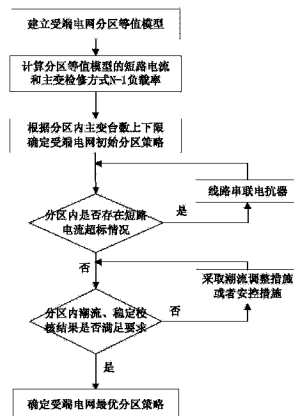
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种 500kV/220kV 受端电网分区方法

(57) 摘要

本发明提供一种 500kV/220kV 受端电网分区方法,包括以下步骤:建立受端电网分区等值模型;计算分区等值模型的短路电流和主变检修方式N-1负载率,并确定受端电网分区内主变台数上下限;确定受端电网初始分区策略;校核受端电网初始分区策略。本发明提供的 500kV/220kV 受端电网分区方法,主要根据以 2~3 座 500kV 站约 4~6 台主变为宜的理论原则对电网进行分区,并对分区策略进行短路电流、潮流和稳定校核,通过综合比较校核结果确定最优分区策略,为电网分区供电策略的制定提供一定指导。



1. 一种 500kV/220kV 受端电网分区方法,其特征在于:所述方法包括以下步骤:

步骤 1:建立受端电网分区等值模型;

步骤 2:计算分区等值模型的短路电流和主变检修方式 N-1 负载率,并确定受端电网分区内主变台数上下限;

步骤 3:确定受端电网初始分区策略;

步骤 4:校核受端电网初始分区策略。

2. 根据权利要求 1 所述的 500kV/220kV 受端电网分区方法,其特征在于:所述步骤 1 中,受端电网分区等值模型包括单站供电分区等值模型、两站供电分区等值模型、三站链式分区等值模型和三站环网分区等值模型。

3. 根据权利要求 2 所述的 500kV/220kV 受端电网分区方法,其特征在于:所述单站供电分区等值模型中,单座 500kV 站点内两台主变并列运行,为 220kV 区域供电,区域内有电厂接入;

所述两站供电分区等值模型中,两座 500kV 站点内均为两台主变并列运行,两站共同为 220kV 区域供电,区域内有电厂接入;

所述三站链式分区等值模型中,三座 500kV 站内各两台主变并列运行,三站通过 500kV 线路联接形成链状结构,区域内有电厂接入;

所述三站环网分区等值模型中,三座 500kV 站内各两台主变并列运行,三站通过 500kV 线路相联形成环网结构,区域内有电厂接入。

4. 根据权利要求 1 所述的 500kV/220kV 受端电网分区方法,其特征在于:所述步骤 2 具体包括以下步骤:

步骤 2-1:计算受端电网分区等值模型的短路电流,包括从 500kV 侧通过主变支路注入到 220kV 侧母线的短路电流和电厂通过 220kV 线路提供的三相短路电流,分别表示为:

$$I_{500-220} = \frac{1}{X_{S500} + \frac{U_{kB}\%}{100} \times \frac{S_B}{S_T}}$$

$$I_{G-220} = \frac{1}{\frac{(X_d'' + U_{kT}\%) \times S_B}{S_G} + \frac{X_L \times L}{2}}$$

其中, $I_{500-220}$ 为从 500kV 侧通过主变支路注入到 220kV 侧母线的短路电流; I_{G-220} 为电厂通过 220kV 线路提供的三相短路电流; $U_{kB}\%$ 为 500kV 主变短路电压百分比,取 18%; $U_{kT}\%$ 为电厂升压变压器短路电压百分比,取 18%; S_T 为单个主变的变电容量; S_B 为系统基准容量; S_G 为接入 220kV 电网的发电机容量; X_d'' 为发电机次暂态电抗; X_L 为单位长度线路电抗标么值; L 为线路长度; X_{S500} 为外部 500kV 系统等值短路阻抗,表示为:

$$X_{S500} = \frac{1}{I_S/I_B} = \frac{S_B}{I_S \times \sqrt{3} \times U_B}$$

其中, I_S 为 500kV 站点发生短路时,外部系统注入的短路电流有名值; I_B 为基准电流; U_B 为基准电压;

步骤 2-2:计算主变检修方式 N-1 负载率;

单个主变的变电容量为 S_T ,主变台数为 n ,主变总容量为 $n \times S_T$,则该分区内总负荷为

$n \times S_T / R_S$, 主变检修方式 N-1 下变电容量为 $(n-2) \times S_T$, 于是主变检修方式 N-1 负载率为 $n / (R_S \times (n-2))$, 其中 R_S 为容载比, 取值为 2;

步骤 2-3: 根据 $I_{500-220}$ 和 I_{G-220} 确定受端电网分区内主变台数上限为 6 台; 在主变检修方式 N-1 情况下, 主变负载率随着主变台数增加而减小, 分区内 4 台主变时, 主变检修方式 N-1 情况下剩余主变存在满载情况, 因此受端电网分区内主变台数下限为 4 台。

5. 根据权利要求 1 所述的 500kV/220kV 受端电网分区方法, 其特征在于: 所述步骤 3 中, 根据受端电网分区等值模型和受端电网分区内主变台数上下限, 兼顾短路电流和供电可靠性, 得出受端电网初始分区策略。

6. 根据权利要求 1 所述的 500kV/220kV 受端电网分区方法, 其特征在于: 所述步骤 4 具体包括以下步骤:

步骤 4-1: 短路电流校核;

通过自动调用 BPA 程序, 计算 220kV 站点三相短路电流和单相短路电流, 并自动读取三相短路电流和单相短路电流计算结果, 若三相短路电流或单相短路电流超过 220kV 断路器额定遮断电流, 则采取应用线路串抗措施;

步骤 4-2: 潮流稳定校核;

对正常方式和检修方式情况下受端电网分区内的线路潮流和主变负载率进行校核, 当出现过载现象时, 采取辅助措施或者放弃该受端电网分区策略;

对受端电网初始分区策略的稳定情况进行校核, 当出现失稳现象时, 采取安控措施或放弃该受端电网分区策略;

步骤 4-3: 通过综合比较不同受端电网分区策略下电网短路电流、线路潮流和稳定校核结果, 确定受端电网最优分区策略。

一种 500kV/220kV 受端电网分区方法

技术领域

[0001] 本发明属于电力系统技术领域,具体涉及一种 500kV/220kV 受端电网分区方法。

背景技术

[0002] 在高电压等级电网发展初期,电磁环网在发挥设备输电能力、保证电源可靠送出以及提高供电可靠性等方面起到了重要作用。随着电网联系越来越紧密,电磁环网带来的短路超标、系统稳定问题等凸显。目前,国内外降低短路电流的措施主要有:电网分层分区运行;变电所母线分列运行;发展更高级电压网络;变压器中性点加小电抗;采用高阻抗变压器;加装串联电抗器;采用直流背靠背技术;提高断路器遮断容量等。综合来看,改善电网结构是限制短路电流最直接和有效的方法,随着网架结构的逐渐加强,在高一级电压发展后打开高低压电磁环网,实现低一级电压电网分区供电是限制电网短路电流,提高安全稳定水平的一项有效措施。

[0003] 为限制电网短路电流水平,我国电网普遍采用了解开 500kV/220kV 电磁环网的措施,如北京、上海等经济发达、负荷密度高的地区 220kV 电网分区运行已经普遍实施。然而,现有电网分区供电策略的确定大多是针对于某一实际电网提出,往往凭借人为经验进行分区,缺乏系统化的电网分区方法。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术的不足,本发明提供一种 500kV/220kV 受端电网分区方法,主要根据以 2~3 座 500kV 站约 4~6 台主变为宜的理论原则对电网进行分区,并对分区策略进行短路电流、潮流和稳定校核,通过综合比较校核结果确定最优分区策略,为电网分区供电策略的制定提供一定指导。

[0005] 为了实现上述发明目的,本发明采取如下技术方案:

[0006] 本发明提供一种 500kV/220kV 受端电网分区方法,其特征在于:所述方法包括以下步骤:

[0007] 步骤 1:建立受端电网分区等值模型;

[0008] 步骤 2:计算分区等值模型的短路电流和主变检修方式 N-1 负载率,并确定受端电网分区内主变台数上下限;

[0009] 步骤 3:确定受端电网初始分区策略;

[0010] 步骤 4:校核受端电网初始分区策略。

[0011] 所述步骤 1 中,受端电网分区等值模型包括单站供电分区等值模型、两站供电分区等值模型、三站链式分区等值模型和三站环网分区等值模型。

[0012] 所述单站供电分区等值模型中,单座 500kV 站点内两台主变并列运行,为 220kV 区域供电,区域内有电厂接入;

[0013] 所述两站供电分区等值模型中,两座 500kV 站点内均为两台主变并列运行,两站共同为 220kV 区域供电,区域内有电厂接入;

[0014] 所述三站链式分区等值模型中,三座 500kV 站内各两台主变并列运行,三站通过 500kV 线路联接形成链状结构,区域内有电厂接入;

[0015] 所述三站环网分区等值模型中,三座 500kV 站内各两台主变并列运行,三站通过 500kV 线路相联形成环网结构,区域内有电厂接入。

[0016] 所述步骤 2 具体包括以下步骤:

[0017] 步骤 2-1:计算受端电网分区等值模型的短路电流,包括从 500kV 侧通过主变支路注入到 220kV 侧母线的短路电流和电厂通过 220kV 线路提供的三相短路电流,分别表示为:

$$[0018] \quad I_{500-220} = \frac{1}{X_{S500} + \frac{U_{kB}\%}{100} \times \frac{S_B}{S_T}}$$

$$[0019] \quad I_{G-220} = \frac{1}{\frac{(X_d'' + U_{kT}\%) \times S_B}{S_G} + \frac{X_L \times L}{2}}$$

[0020] 其中, $I_{500-220}$ 为从 500kV 侧通过主变支路注入到 220kV 侧母线的短路电流; I_{G-220} 为电厂通过 220kV 线路提供的三相短路电流; $U_{kB}\%$ 为 500kV 主变短路电压百分比,取 18%; $U_{kT}\%$ 为电厂升压变压器短路电压百分比,取 18%; S_T 为单个主变的变电容量; S_B 为系统基准容量; S_G 为接入 220kV 电网的发电机容量; X_d'' 为发电机次暂态电抗; X_L 为单位长度线路电抗标幺值; L 为线路长度; X_{S500} 为外部 500kV 系统等值短路阻抗,表示为:

$$[0021] \quad X_{S500} = \frac{1}{I_S/I_B} = \frac{S_B}{I_S \times \sqrt{3} \times U_B}$$

[0022] 其中, I_S 为 500kV 站点发生短路时,外部系统注入的短路电流有名值; I_B 为基准电流; U_B 为基准电压;

[0023] 步骤 2-2:计算主变检修方式 N-1 负载率;

[0024] 单个主变的变电容量为 S_T ,主变台数为 n ,主变总容量为 $n \times S_T$,则该分区内总负荷为 $n \times S_T/R_s$,主变检修方式 N-1 下变电容量为 $(n-2) \times S_T$,于是主变检修方式 N-1 负载率为 $n/(R_s \times (n-2))$,其中 R_s 为容载比,取值为 2;

[0025] 步骤 2-3:根据 $I_{500-220}$ 和 I_{G-220} 确定受端电网分区内主变台数上限为 6 台;在主变检修方式 N-1 情况下,主变负载率随着主变台数增加而减小,分区内 4 台主变时,主变检修方式 N-1 情况下剩余主变存在满载情况,因此受端电网分区内主变台数下限为 4 台。

[0026] 所述步骤 3 中,根据受端电网分区等值模型和受端电网分区内主变台数上下限,兼顾短路电流和供电可靠性,得出受端电网初始分区策略。

[0027] 所述步骤 4 具体包括以下步骤:

[0028] 步骤 4-1:短路电流校核;

[0029] 通过自动调用 BPA 程序,计算 220kV 站点三相短路电流和单相短路电流,并自动读取三相短路电流和单相短路电流计算结果,若三相短路电流或单相短路电流超过 220kV 断路器额定遮断电流,则采取应用线路串抗措施;

[0030] 步骤 4-2:潮流稳定校核;

[0031] 对正常方式下和检修方式情况下受端电网分区内的线路潮流和主变负载率进行

校核,当出现过载现象时,采取辅助措施或者放弃该受端电网分区策略;

[0032] 对受端电网初始分区策略的稳定情况进行校核,当出现失稳现象时,采取安控措施或放弃该受端电网分区策略;

[0033] 步骤 4-3:通过综合比较不同受端电网分区策略下电网短路电流、线路潮流和稳定校核结果,确定受端电网最优分区策略。

[0034] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0035] (1) 通过分析 500kV 电网典型分区结构和电网等值,构建了单站供电分区等值模型、两站供电分区等值模型、三站链式分区等值模型和三站环网分区等值模型等受段电网分区等值模型。考虑站间 220kV 线路不同长度、站内不同主变容量情况下的短路电流水平及分区内主变负载率,确定受端电网分区内以 2~3 站约 4~6 台主变为宜;

[0036] (2) 当分区内主变台数较多、站间 220kV 线路长度较小或分区内有一定容量电源接入时,电网分区可能存在短路电流超标问题,为兼顾供电可靠性和短路电流水平,进一步采取线路串抗的限流措施;

[0037] (3) 分区策略下电网潮流、静态安全和稳定校核计算,通过综合比较不同分区策略下电网短路电流水平、潮流和稳定等校核结果,确定最优的受端电网分区策略;

[0038] (4) 克服了以往进行电网分区时,主要针对某一地区电网特征凭借经验确定分区内主变数量的不足。

附图说明

[0039] 图 1 是本发明实施例中 500kV/220kV 受端电网分区方法流程图;

[0040] 图 2 是本发明实施例中单站供电分区等值模型示意图;

[0041] 图 3 是本发明实施例中两站供电分区等值模型示意图;

[0042] 图 4 是本发明实施例中三站链式分区等值模型示意图;

[0043] 图 5 是本发明实施例中三站环网分区等值模型示意图。

具体实施方式

[0044] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0045] 如图 1,本发明提供一种 500kV/220kV 受端电网分区方法,其特征在于:所述方法包括以下步骤:

[0046] 步骤 1:建立受端电网分区等值模型;

[0047] 步骤 2:计算分区等值模型的短路电流和主变检修方式 N-1 负载率,并确定受端电网分区内主变台数上下限;

[0048] 步骤 3:确定受端电网初始分区策略;

[0049] 步骤 4:校核受端电网初始分区策略。

[0050] 所述步骤 1 中,受端电网分区等值模型包括单站供电分区等值模型、两站供电分区等值模型、三站链式分区等值模型和三站环网分区等值模型。

[0051] 如图 2,所述单站供电分区等值模型中,单座 500kV 站点内两台主变并列运行,为 220kV 区域供电,区域内有电厂接入;

[0052] 如图 3,所述两站供电分区等值模型中,两座 500kV 站点内均为两台主变并列运

行,两站共同为 220kV 区域供电,区域内有电厂接入;

[0053] 如图 4,所述三站链式分区等值模型中,三座 500kV 站内各两台主变并列运行,三站通过 500kV 线路联接形成链状结构,区域内有电厂接入;

[0054] 如图 5,所述三站环网分区等值模型中,三座 500kV 站内各两台主变并列运行,三站通过 500kV 线路相联形成环网结构,区域内有电厂接入。

[0055] 所述步骤 2 具体包括以下步骤:

[0056] 步骤 2-1:计算受端电网分区等值模型的短路电流,包括从 500kV 侧通过主变支路注入到 220kV 侧母线的短路电流和电厂通过 220kV 线路提供的三相短路电流,分别表示为:

$$[0057] \quad I_{500-220} = \frac{1}{X_{S500} + \frac{U_{kB}\%}{100} \times \frac{S_B}{S_T}}$$

$$[0058] \quad I_{G-220} = \frac{1}{\frac{(X_d'' + U_{kT}\%) \times S_B}{S_G} + \frac{X_L \times L}{2}}$$

[0059] 其中, $I_{500-220}$ 为从 500kV 侧通过主变支路注入到 220kV 侧母线的短路电流; I_{G-220} 为电厂通过 220kV 线路提供的三相短路电流; $U_{kB}\%$ 为 500kV 主变短路电压百分比,取 18%; $U_{kT}\%$ 为电厂升压变压器短路电压百分比,取 18%; S_T 为单个主变的变电容量; S_B 为系统基准容量; S_G 为接入 220kV 电网的发电机容量; X_d'' 为发电机次暂态电抗; X_L 为单位长度线路电抗标幺值; L 为线路长度; X_{S500} 为外部 500kV 系统等值短路阻抗,表示为:

$$[0060] \quad X_{S500} = \frac{1}{I_S/I_B} = \frac{S_B}{I_S \times \sqrt{3} \times U_B}$$

[0061] 其中, I_S 为 500kV 站点发生短路时,外部系统注入的短路电流有名值; I_B 为基准电流; U_B 为基准电压;

[0062] 主变容量主要考虑 750MVA 和 1200MVA 两种,站间 220kV 线路长度取 30 ~ 50km。对单站供电分区等值模型、两站供电分区等值模型、三站链式分区等值模型和三站环网分区等值模型不同位置故障时的短路电流水平进行计算。对于三站 6 台主变受端电网分区模型,当主变容量全部为 1200MVA,线路长度小于等于 40km 情况下,存在最大三相短路电流超过 50kA 的问题,其它两站和三站分区模型短路电流均低于 50kA。考虑到电网分区内一定容量电源接入情况下,三相短路电流在 50kA 以内时分区主变台数配置以 6 台为宜。当 500kV 站主变台数为两台时,分区内一般不超过 3 座 500kV 站。

[0063] 步骤 2-2:计算主变检修方式 N-1 负载率;

[0064] 单个主变的变电容量为 S_T ,主变台数为 n ,主变总容量为 $n \times S_T$,则该分区内总负荷为 $n \times S_T/R_s$,主变检修方式 N-1 下变电容量为 $(n-2) \times S_T$,于是主变检修方式 N-1 负载率为 $n/(R_s \times (n-2))$,其中 R_s 为容载比,取值为 2;

[0065] 步骤 2-3:根据 $I_{500-220}$ 和 I_{G-220} 确定受端电网分区内主变台数上限为 6 台;在主变检修方式 N-1 情况下,主变负载率随着主变台数增加而减小,分区内 4 台主变时,主变检修方式 N-1 情况下剩余主变存在满载情况,因此受端电网分区内主变台数下限为 4 台。如表 1:

[0066] 表 1

[0067]

主变台数	变电容量	总负荷	主变检修方式 N-1 变电容量	主变检修方式 N-1 负载率
3	$3 \times S_T$	$1.5 \times S_T$	$1 \times S_T$	150%
4	$4 \times S_T$	$2 \times S_T$	$2 \times S_T$	100%
5	$5 \times S_T$	$2.5 \times S_T$	$3 \times S_T$	83%

[0068] 所述步骤 3 中,根据受端电网分区等值模型和受端电网分区内主变台数上下限,兼顾短路电流和供电可靠性,得出受端电网初始分区策略。

[0069] 所述步骤 4 具体包括以下步骤:

[0070] 步骤 4-1:短路电流校核;

[0071] 通过自动调用 BPA 程序,计算 220kV 站点三相短路电流和单相短路电流,并自动读取三相短路电流和单相短路电流计算结果,若三相短路电流或单相短路电流超过 220kV 断路器额定遮断电流,则采取应用线路串抗措施;

[0072] 步骤 4-2:潮流稳定校核;

[0073] 对正常方式和检修方式情况下受端电网分区内的线路潮流和主变负载率进行校核,当出现过载现象时,采取辅助措施或者放弃该受端电网分区策略;

[0074] 对受端电网初始分区策略的稳定情况进行校核,当出现失稳现象时,采取安控措施或放弃该受端电网分区策略;

[0075] 步骤 4-3:通过综合比较不同受端电网分区策略下电网短路电流、线路潮流和稳定校核结果,确定受端电网最优分区策略。

[0076] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,所属领域的普通技术人员参照上述实施例依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,这些未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,均在申请待批的本发明的权利要求保护范围之内。

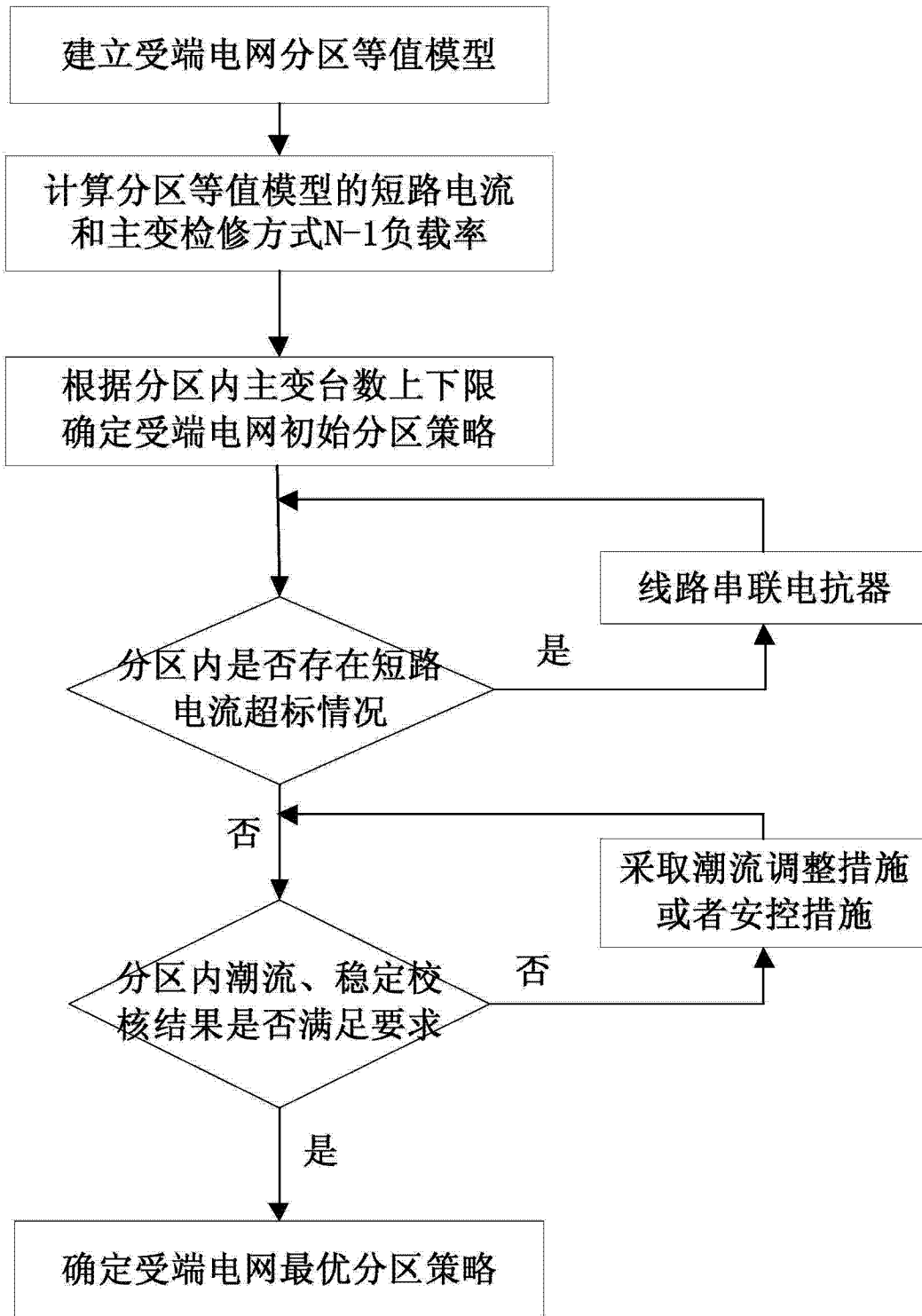


图 1

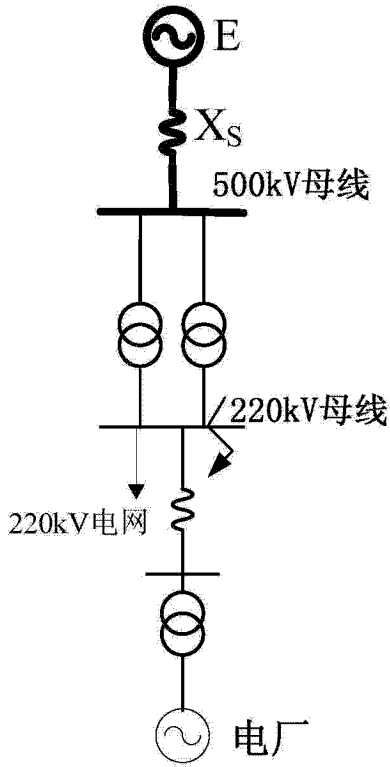


图 2

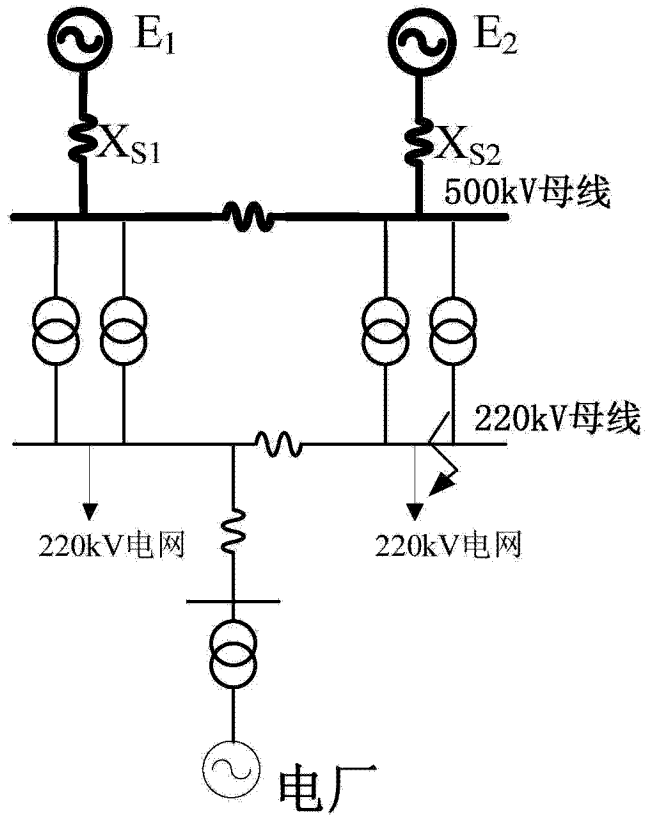


图 3

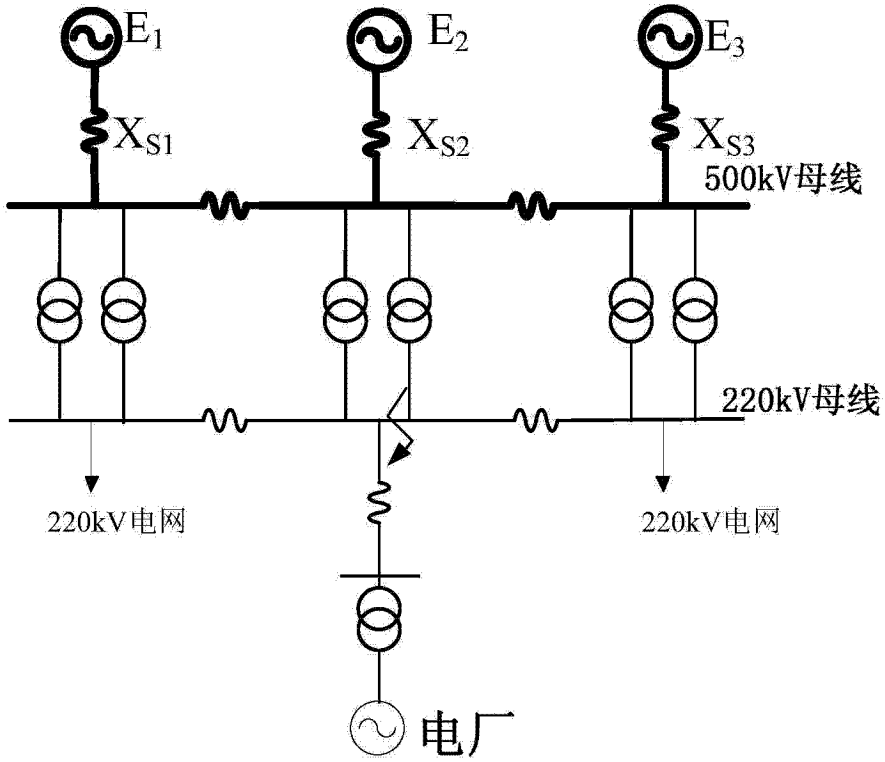


图 4

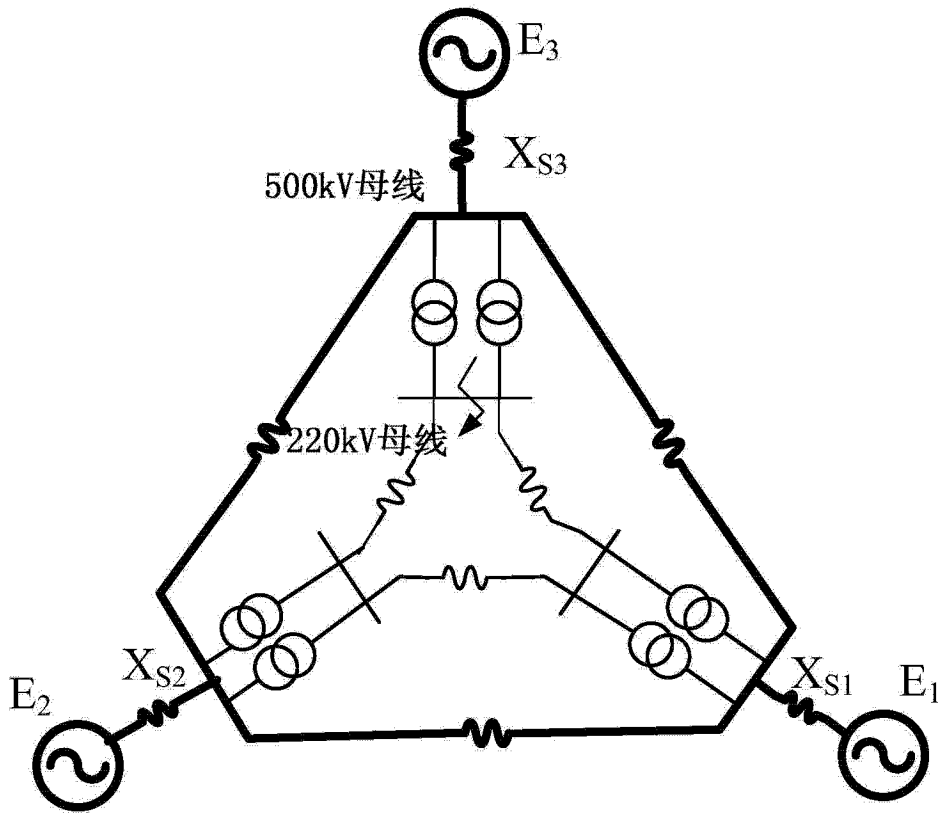


图 5