

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103093021 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 08

(21) 申请号 201210413819. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 10. 25

G06F 17/50 (2006. 01)

(71) 申请人 中国电力科学研究院

地址 100192 北京市海淀区清河小营东路
15号

申请人 东北电网有限公司
国家电网公司

(72) 发明人 李亚楼 李一凡 郭剑波 田芳

刘永奇 董恩伏 安宁 赵敏
裘微江 李泽宇 邵广惠 孟令愚
李群 王肇光 李勤新 徐得超
孙永峰 朱旭凯

(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

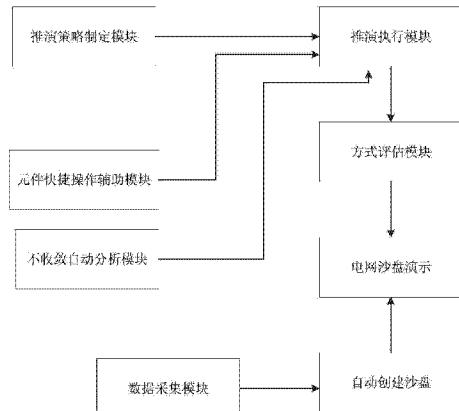
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种潮流推演沙盘模拟系统

(57) 摘要

本发明提供的一种潮流推演沙盘模拟系统，所述系统包括推演策略制定模块、推演执行模块、元件快捷操作辅助模块、方式评估模块、不收敛自动分析模块、电网沙盘展示模块、数据采集模块和自动创建沙盘模块；所述推演执行模块分别与所述推演策略制定模块、元件快捷操作辅助模块、不收敛自动分析模块和方式评估模块连接；所述方式评估模块依次与所述电网沙盘展示模块、自动创建沙盘模块和数据采集模块连接。本发明辅助并引导运行调度人员实现潮流方式的调整，给出运行建议，与操作人员密切互动、系统变化直观可视、调整过程可自动化，极大提高了运行方式计算中潮流调整的效率。



A

CN 103093021

1. 一种潮流推演沙盘模拟系统,其特征在于,所述系统包括推演策略制定模块、推演执行模块、元件快捷操作辅助模块、方式评估模块、不收敛自动分析模块、电网沙盘展示模块、数据采集模块和自动创建沙盘模块;

所述推演执行模块分别与所述推演策略制定模块、元件快捷操作辅助模块、不收敛自动分析模块和方式评估模块连接;所述方式评估模块依次与所述电网沙盘展示模块、自动创建沙盘模块和数据采集模块连接。

2. 如权利要求 1 所述的潮流推演沙盘模拟系统,其特征在于,所述电网沙盘展示模块以窗口形式展示沙盘系统;其窗口以三维电网地理接线图为基础,分为电网地理图、调节控制台、厂站子图、监视平台、缩略图,五部分有机融合在沙盘推演窗口。

3. 如权利要求 1 所述的潮流推演沙盘模拟系统,其特征在于,所述数据采集模块与方式计算常用软件包 PSASP 之间设有接口,根据当前的方式计算数据及地理图,形成三维的电网沙盘。

4. 如权利要求 1 所述的潮流推演沙盘模拟系统,其特征在于,所述元件快捷操作辅助模块根据发电机和负荷的节点类型自动将调整量展示在调节控制台,通过选择图上拉杆操作进行调节;调节控制台根据当前三维电网地理图的展示内容实时显示调整的发电机和负荷。

5. 如权利要求 4 所述的潮流推演沙盘模拟系统,其特征在于,所述调节控制台显示电力系统电容和电抗器连接图,用于改变母线无功补偿数据;电容电抗器投退采用按组自动计算出容量组合,包括最大值,即为所有并联电抗容量之和、最小值,即为所有并联电容容量之和和任意组合;所有容量组合方式以档位的形式显示在调节控制台。

6. 如权利要求 4 所述的潮流推演沙盘模拟系统,其特征在于,所述调节控制台显示电力系统的变压器;

变压器若设置档位信息,则把档位换算成变比的集合后拨动;否则不能调节,进入推演窗口后变灰。

7. 如权利要求 4 所述的潮流推演沙盘模拟系统,其特征在于,所述调节控制台对单一元件进行调整或对批量目标进行调整。

8. 如权利要求 4 所述的潮流推演沙盘模拟系统,其特征在于,所述调节控制台按分区和电压等级选定调节量。

9. 如权利要求 4 所述的潮流推演沙盘模拟系统,其特征在于,所述不收敛自动分析模块用于潮流推演过程中不收敛时根据计算收敛信息在电网地理图上进行信息提示,指出调整方向。

10. 如权利要求 1 所述的潮流推演沙盘模拟系统,其特征在于,所述推演策略制定模块用于制定潮流断面调整以及无功补偿装置投退策略。

11. 如权利要求 1 所述的潮流推演沙盘模拟系统,其特征在于,所述推演执行模块用于将工作人员的潮流调整策略在沙盘自动执行并展示推演效果。

12. 如权利要求 1 所述的潮流推演沙盘模拟系统,其特征在于,所述元件快捷操作辅助模块用于协助工作人员进行单步的潮流推演。

13. 如权利要求 1 所述的潮流推演沙盘模拟系统,其特征在于,所述方式评估模块用于对推演得到的潮流根据设定的各项指标进行评估。

14. 如权利要求 1 所述的潮流推演沙盘模拟系统，其特征在于，所述不收敛自动分析模块用于列出引起潮流不收敛的原因，帮助工作人员定位问题所在。

15. 如权利要求 1 所述的潮流推演沙盘模拟系统，其特征在于，所述数据采集模块用于从电力系统分析软件包 PSASP 中抽取方式计算数据自动创建电网沙盘。

16. 如权利要求 1 所述的潮流推演沙盘模拟系统，其特征在于，自动创建沙盘模块用于将推演的对象细节展示于电网沙盘，并实时更新数据。

一种潮流推演沙盘模拟系统

技术领域

[0001] 本发明属于电网仿真领域,具体涉及一种潮流推演沙盘模拟系统。

背景技术

[0002] 潮流计算是电力系统非常重要的分析计算,用以研究系统规划和运行中提出的各种问题。对规划中的电力系统,通过潮流计算可以检验所提出的电力系统规划方案能否满足各种运行方式的要求;对运行中的电力系统,通过潮流计算可以预知各种负荷变化和网络结构的改变会不会危及系统的安全,系统中所有母线的电压是否在允许的范围以内,系统中各种元件(线路、变压器等)是否会出现过负荷,以及可能出现过负荷时应事先采取哪些预防措施等。

[0003] 潮流离线计算主要用于电网方式计算和规划人员分析使用,形成合理的电网稳态运行点,潮流的调整根据经验进行,需要做较多的数据修改和验证工作。目前这部分工作均全部需通过手工进行,且多采取文本或表格窗体方式编辑数据和单步计算,不能直接反映和智能判别调整效果,自动化程度不高。试用人员面对的是抽象的电网数据和结果表格,对电网运行的操作和理解不够直观。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明提出一种潮流推演沙盘模拟系统,该系统提供了一套全新的潮流调整推演方式,操作灵活,调整快捷,主要为电网运行方式、规划、调度部门服务。

[0005] 本发明提供的一种潮流推演沙盘模拟系统,其改进之处在于,所述系统包括推演策略制定模块、推演执行模块、元件快捷操作辅助模块、方式评估模块、不收敛自动分析模块、电网沙盘展示模块、数据采集模块和自动创建沙盘模块;

[0006] 所述推演执行模块分别与所述推演策略制定模块、元件快捷操作辅助模块、不收敛自动分析模块和方式评估模块连接;所述方式评估模块依次与所述电网沙盘展示模块、自动创建沙盘模块和数据采集模块连接。

[0007] 其中,所述电网沙盘展示模块以窗口形式展示沙盘系统;其窗口以三维电网地理接线图为基础,分为电网地理图、调节控制台、厂站子图、监视平台、缩略图,五部分有机融合在沙盘推演窗口。

[0008] 其中,所述数据采集模块与方式计算常用软件包 PSASP 之间设有接口,根据当前的方式计算数据及地理图,形成三维的电网沙盘。

[0009] 其中,所述元件快捷操作辅助模块根据发电机和负荷的节点类型自动将调整量展示在调节控制台,通过选择图上拉杆操作进行调节;调节控制台根据当前三维电网地理图的展示内容实时显示调整的发电机和负荷。

[0010] 其中,所述调节控制台显示电力系统电容和电抗器连接图,用于改变母线无功补偿数据;电容电抗器投退采用按组自动计算出容量组合,包括最大值,即为所有并联电抗容

量之和、最小值,即为所有并联电容容量之和和任意组合;所有容量组合方式以档位的形式显示在调节控制台。

- [0011] 其中,所述调节控制台显示电力系统的变压器;
- [0012] 变压器若设置档位信息,则把档位换算成变比的集合后拨动;否则不能调节,进入推演窗口后变灰。
- [0013] 其中,所述调节控制台对单一元件进行调整或对批量目标进行调整。
- [0014] 其中,所述调节控制台按分区和电压等级选定调节量。
- [0015] 其中,所述不收敛自动分析模块用于潮流推演过程中不收敛时根据计算收敛信息在电网地理图上进行信息提示,指出调整方向。
- [0016] 其中,所述推演策略制定模块用于制定潮流断面调整以及无功补偿装置投退策略。
- [0017] 其中,所述推演执行模块用于将工作人员的潮流调整策略在沙盘自动执行并展示推演效果。
- [0018] 其中,所述元件快捷操作辅助模块用于协助工作人员进行单步的潮流推演。
- [0019] 其中,所述方式评估模块用于对推演得到的潮流根据设定的各项指标进行评估。
- [0020] 其中,所述不收敛自动分析模块用于列出引起潮流不收敛的原因,帮助工作人员定位问题所在。
- [0021] 其中,所述数据采集模块用于从电力系统分析软件包 PSASP 中抽取方式计算数据自动创建电网沙盘。
- [0022] 其中,自动创建沙盘模块用于将推演的对象细节展示于电网沙盘,并实时更新数据。
- [0023] 与现有技术比,本发明的有益效果为:
 - [0024] (1) 沙盘推演窗口以三维电网地理接线图为基础,分为电网地理图、调节控制台、厂站子图、监视平台、缩略图,五部分有机融合在沙盘推演窗口;其可以使工作人员快速定位电网元件所在,在推演过程中根据即时显示内容及评估结果快速调整潮流。
 - [0025] (2) 与电网方式计算常用的软件包 PSASP 有快捷的接口,可以根据方式或调度部门已有的数据及地理图快速创建指定地区的电网沙盘;其可以充分利用当前的方式计算数据,根据数据快速创建各个地方电网的沙盘,而不必进行繁琐的重建工作。
 - [0026] (3) 根据发电机、负荷的节点类型自动将相关调整量展示在调节控制台,所有调节都可选择图上拉杆操作,调节控制台根据当前三维电网地理图的展示内容即时显示可调整的发电机、负荷;其可以迅速定位参与调整的元件并即时快速调整。
 - [0027] (4) 电容电抗器投退采用按组自动计算出所有可能容量组合,可调最大值为所有并联电抗容量之和,最小值为所有并联电容容量之和,所有容量组合方式以档位的形式显示在调节控制台,工作人员根据母线电压结果只须改变一下档位即可改变本母线无功补偿数据;其进行精细化的无功补偿装置投退操作,有效降低多步调整的频率。
 - [0028] (5) 变压器如果有档位信息,则把档位换算成变比的集合,然后拨动;其方便工作人员进行快速的档位切换以调整电压,避免了调整前的抽头繁琐计算工作。
 - [0029] (6) 既可对单一元件进行调整,也可对批量目标进行调整,按分区和电压等级选定调节量,可以多选,包括发电和负荷的有功、无功共 4 个量。选择的量进入推演窗口后放

在相邻位置,同进同出,还可以再次修改分区和电压等级;其有效增大每步的潮流断面调整量,提高推演效率。

[0030] (7) 潮流推演过程中不收敛时会根据计算收敛信息在电网地理图上进行信息提示。其将引起潮流不收敛的抽象的数学因素以物理形式进行展示,便于工作人员快速进行引起潮流不收敛的原因所在。

[0031] (8) 本发明辅助并引导运行调度人员实现潮流方式的调整,给出运行建议,与操作人员密切互动、系统变化直观可视、调整过程可自动化,极大提高了运行方式计算中潮流调整的效率。

附图说明

[0032] 图 1 为本发明提供的潮流推演沙盘模拟系统的结构示意图。

[0033] 图 2 为本发明提供的潮流推演沙盘模拟系统的布局风格。

[0034] 图 3 为本发明提供的潮流推演沙盘模拟系统主工具条的图标说明。

[0035] 图 4 为本发明提供的潮流推演沙盘模拟系统中的调节控制台。

[0036] 图 5 为本发明提供的潮流推演沙盘模拟系统中的调节控制台局部。

[0037] 图 6 为本发明提供的潮流推演沙盘模拟系统中的比例调整模式。

[0038] 图 7 为本发明提供的潮流推演沙盘模拟系统中的监视器。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。

[0040] 本实施例提出的一种潮流推演沙盘模拟系统,其结构示意图如图 1 所示,所述系统包括推演策略制定模块、推演执行模块、元件快捷操作辅助模块、方式评估模块、不收敛自动分析模块、电网沙盘展示模块、数据采集模块和自动创建沙盘模块;所述推演执行模块分别与所述推演策略制定模块、元件快捷操作辅助模块、不收敛自动分析模块和方式评估模块连接;所述方式评估模块依次与所述电网沙盘展示模块、自动创建沙盘模块和数据采集模块连接。

[0041] 其中,所述电网沙盘展示模块以窗口形式展示沙盘系统,其布局风格如图 2 所示;其窗口以三维电网地理接线图为基础,分为电网地理图、调节控制台、厂站子图、监视平台、缩略图,五部分有机融合在沙盘推演窗口。

[0042] 其中,所述推演策略制定模块用于制定潮流断面调整以及无功补偿装置投退策略。

[0043] 所述推演执行模块用于将工作人员的潮流调整策略在沙盘自动执行并展示推演效果。

[0044] 所述元件快捷操作辅助模块用于协助工作人员进行单步的潮流推演。

[0045] 所述方式评估模块用于对推演得到的潮流根据设定的各项指标进行评估。

[0046] 所述不收敛自动分析模块用于列出引起潮流不收敛的原因,帮助工作人员定位问题所在。

[0047] 所述数据采集模块用于从电力系统分析软件包 PSASP 中抽取方式计算数据自动创建电网沙盘。

- [0048] 自动创建沙盘模块用于将推演的对象细节展示于电网沙盘，并实时更新数据。
- [0049] 本实施例的潮流沙盘推演系统以电力系统分析综合程序 7.0 升级版电网地理位置接线图为基础，提供直观便捷的图上操作方式。沙盘推演以方式调整过程为主线，以电子沙盘为系统行为模拟载体，辅助并引导操作人员实现潮流方式的调整，给出运行建议。与操作人员密切互动、系统变化直观可视、调整过程可自动化。
- [0050] (1) 不同设备类型的调节方式
- [0051] a) 发电机类型
- [0052] 平衡机, PQ 都不可调, 无需进入推演窗口。
- [0053] PQ 节点 ;PQ 都可调。
- [0054] PV 节点 ;只有 P 可调。
- [0055] PV-PQ 节点, 只有 P 可调。
- [0056] 有功上限是额定功率, 下限是 0。
- [0057] 调整有功时, 无功以保证功率因数不变而自动调整 ;调整无功时, 有功不动。
- [0058] b) 负荷
- [0059] PQ 节点 ;PQ 都可调。
- [0060] PV 节点 ;只有 P 可调。
- [0061] 静特性, 按 PQ 节点处理。
- [0062] c) 电容电抗器
- [0063] 电容电抗器投退采用按组自动计算出所有可能容量组合, 让用户调节 ;可调最大值为所有并联电抗容量之和, 最小值为所有并联电容容量之和。有可能同时存在电容和电抗, 电容为负值, 电抗为正值, 电容和电抗分别计算组合情况。
- [0064] 并联电容电抗 X1 与投入容量 Q 换算关系 :
- [0065] 公式为 : $X1 = \frac{SB}{Q}$, 式中 SB 为系统基准容量, 对于电抗, Q 值为正 ;对于电容, Q 值为负。沙盘推演根据 X1 换算投入容量 Q 以及修改投入容量 Q 换算 X1 即是根据此公式进行。
- [0066] d) 变压器
- [0067] 变压器如果有档位信息, 则把档位换算成变比的集合, 然后拨动 ;否则不能调节, 进入推演窗口后变灰。
- [0068] (2) 潮流不收敛时进行图上信息提示
- [0069] 在原有潮流算法中加入分析功能, 潮流不收敛时分析迭代误差, 给出引起不收敛的可疑元件的信息提示。
- [0070] (3) 设备越限动画效果提示
- [0071] 线路 :按照有功流动方向, 在 0.5 秒内用越限颜色从一端绘制到另一端, 类似于霓虹灯的效果, 然后停 1 秒钟, 再绘制一次动画, 如此往复。
- [0072] 母线电压 :图上不显示该母线时, 将厂站圆圈用越限颜色表示 ;有母线时, 在 0.5 秒内从正常颜色平滑变为越限颜色, 停留 1 秒钟, 再将颜色变化一次, 如此往复。
- [0073] 发电机处理 :不显示发电机时将厂站圆圈用越限颜色表示 ;有发电机时, 在 0.5 秒内从正常颜色平滑变为越限颜色, 停留 1 秒钟, 再将颜色变化一次, 如此往复。
- [0074] 变压器过载 :类似发电机, 变压器最好能看出是哪个绕组越限。

[0075] (4) 潮流推演记录管理

[0076] 潮流推演记录的目的是让用户可以查询方式调整过程中具体设备的调整措施，并可以将当前方式恢复到指定的历史时间点，或进行其他管理。调整日志采用方式断面保存和设备数据保存相结合的方式。断面保存采用手动和自动保存的方式，断面之间所做的修改自动记录到日志中。

[0077] (5) 手动潮流推演

[0078] 电网相应元素被修改后，不需要点击潮流计算，电网沙盘自动刷新结果（若不收敛则进行动画提示，图上潮流结果不显示），将出力越限机组、220kV 及以上电压等级电压越限的母线进行颜色强调标注。同时，可通过修改历史列表（可考虑更好的形式）快速返回到任一指定时间点的潮流；也可通过录像回放功能了解过去都有哪些修改操作。多步调整计算的要求：可以对潮流连续做多步调整，通过快捷键更新电网沙盘图上潮流结果（去除“执行计算”的概念）。以每次计算作为一条记录存于历史列表。基本形式同单步调整计算。

[0079] (6) 自动潮流推演

[0080] 自动调整方式必须将可调信息告知沙盘推演系统。潮流自动调整的主要调整信息有：

[0081] ①发电机调整序列及有功出力调整范围

[0082] ②分区负荷调整比例范围（没有序列的概念）

[0083] ③可参与无功调整的并联电容电抗（一般指低容低抗）

[0084] 沙盘推演系统应提供快捷的操作从而快速形成可调信息。自动调整过程将首先选择发电机进行调整，若调整功率不足，再选择负荷进行调整。

[0085] (7) 即时评估

[0086] 每次沙盘推演系统计算结果更新后，由系统对当前运行方式做一个粗略的评估，缺省包括：电压越限的母线、过载的线路（含交流线、变压器）、出力越限的发电机、与调整目标（例如输电断面传输功率）的距离等。

[0087] 图 3 为潮流推演沙盘模拟系统主工具条的图标说明。根据图标，操作人员可进行相应动作节省了操作时间。

[0088] 图 4 为潮流推演沙盘模拟系统中的调节控制台。其将电力系统中的变压器、电容电抗等元件简化后再控制台显示，供工作人员进行相应操作。图 5 为潮流推演沙盘模拟系统中的调节控制台局部。

[0089] 图 6 为潮流推演沙盘模拟系统中的比例调整模式。图中，旋钮的值可调节，调节旋钮左转一圈为 1，每刻度为 0.01。其中向右转为增加，向左转为减少。图中，有小灯的是指可调节的旋钮，没有小灯的是指不可调节的旋钮，不可调节时，其值根据电力系统参数确定。

[0090] 图 7 为潮流推演沙盘模拟系统中的监视器。图中，饼图表示断面的负载率，其从 0-100，没有正负之分。柱状图的纵轴刻度自动适应或预先设置，其刻度可精确到 100MW。柱的高度为断面容量和实际值，断面负载值有正负之分，其代表不同方向。本实施例的柱可以加上下限值，并且在窗口内拖拽柱，可以调节排列次序。图中，窗口支持滚动条，可承载多个断面，单手指在窗口内横向移动等同于移动滚动条，并且每个棒的宽度可以固定。

[0091] 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，尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解：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，而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

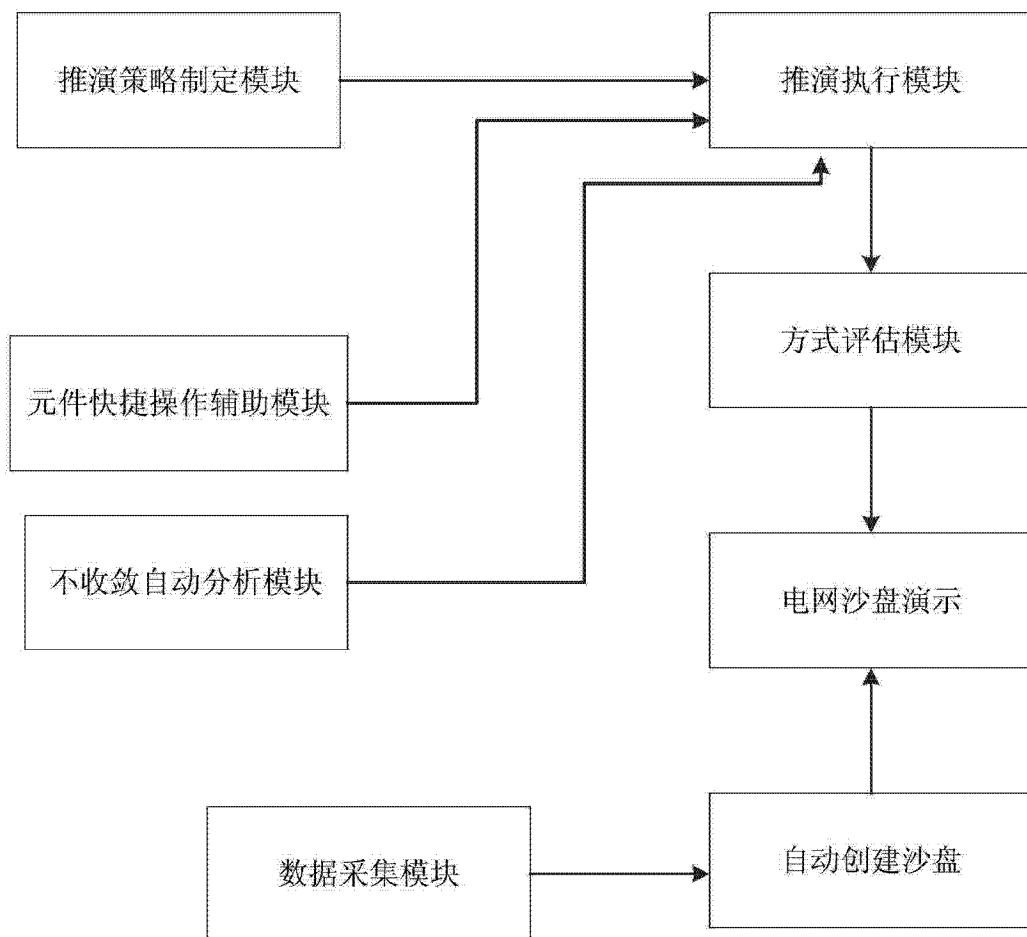


图 1

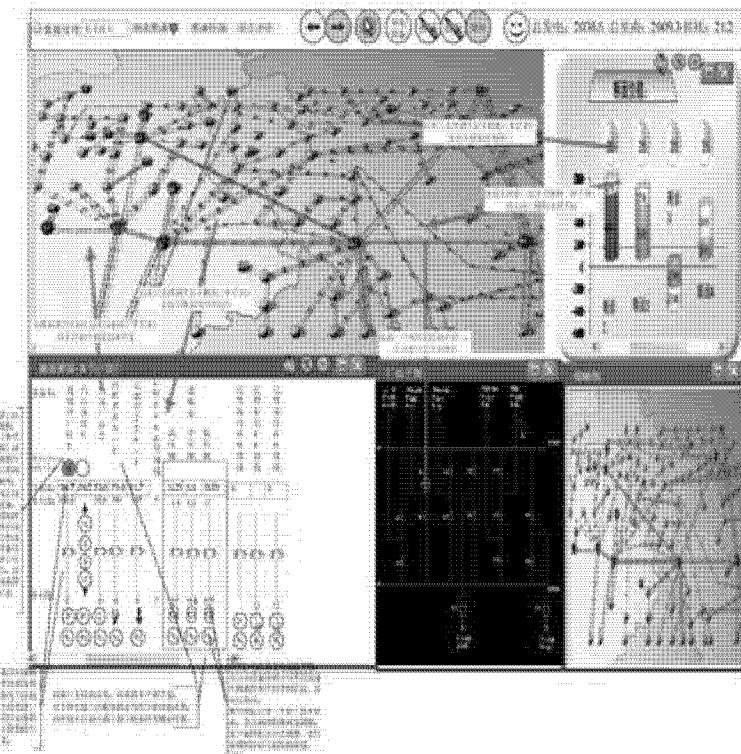


图 2

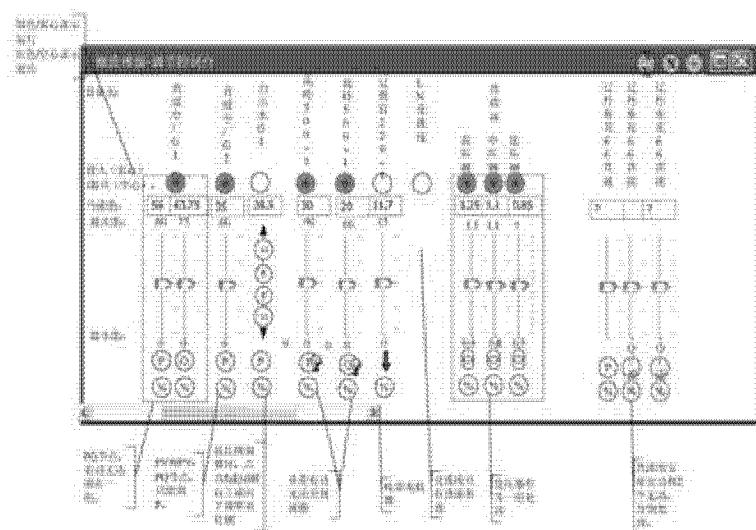
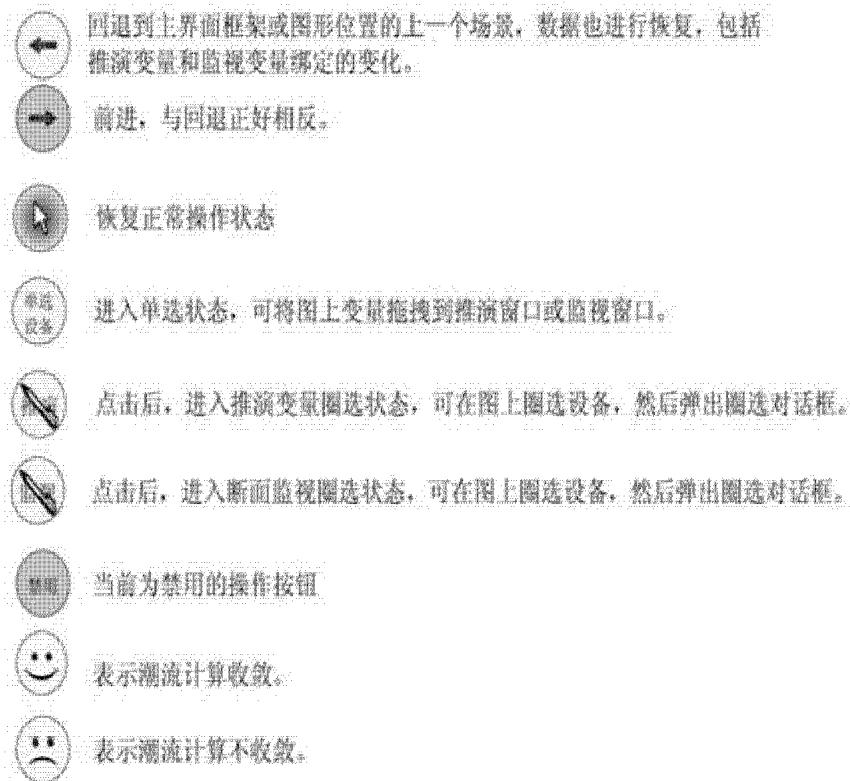


图 4

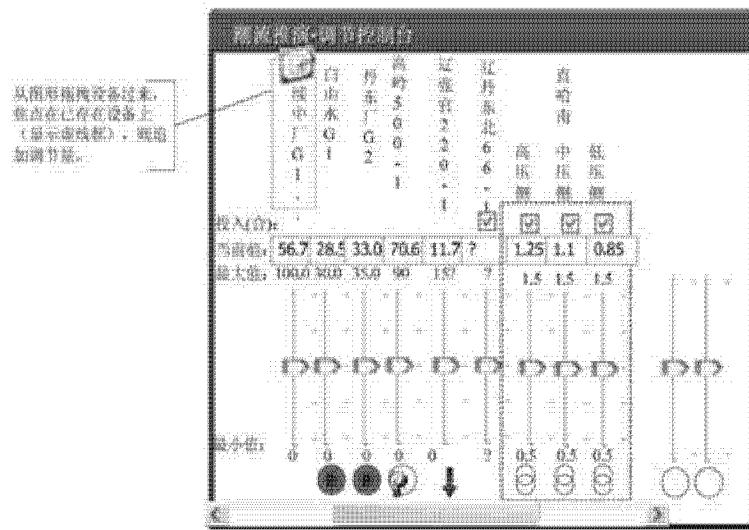


图 5

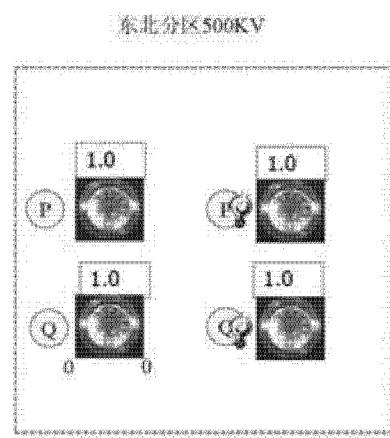


图 6

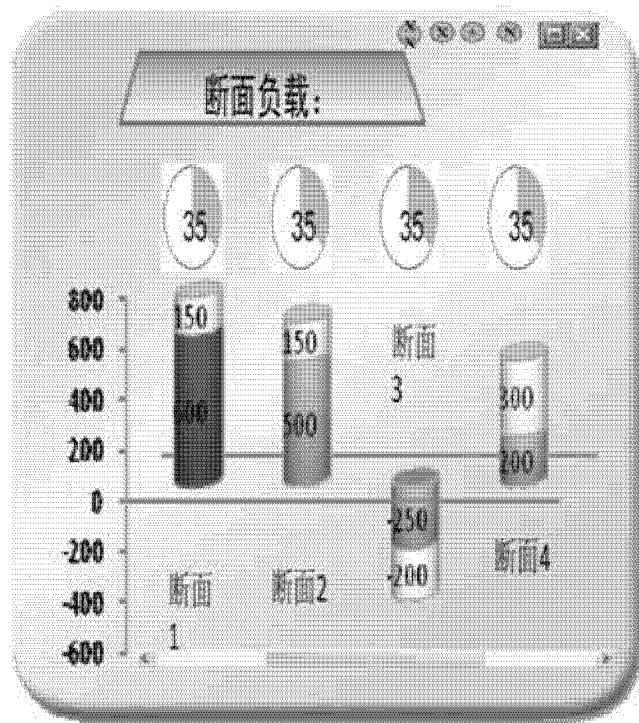


图 7