



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116093952 B

(45) 授权公告日 2023.06.20

(21) 申请号 202310201575.9

(22) 申请日 2023.03.06

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116093952 A

(43) 申请公布日 2023.05.09

(73) 专利权人 国网浙江省电力有限公司温州供电公司

地址 325002 浙江省温州市鹿城区锦绣路
(立交桥边)800号

专利权人 国网浙江省电力有限公司

(72) 发明人 倪秋龙 孙景钉 叶琳 杨滢
刘辉乐 周泰斌 林国松 周正阳
胡长洪 项焯鋈 周靖皓 石博隆
张小聪 陆千毅 赖欢欢 孔凡坊
施正钗 易永利 刘津源 陈梦翔

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

专利代理师 李妙芬

(51) Int.Cl.
H02J 3/12 (2006.01)
H02J 3/16 (2006.01)
G06F 18/23 (2023.01)
G06F 18/23213 (2023.01)

(56) 对比文件
CN 101299050 A, 2008.11.05
CN 110460061 A, 2019.11.15

审查员 赵芳芳

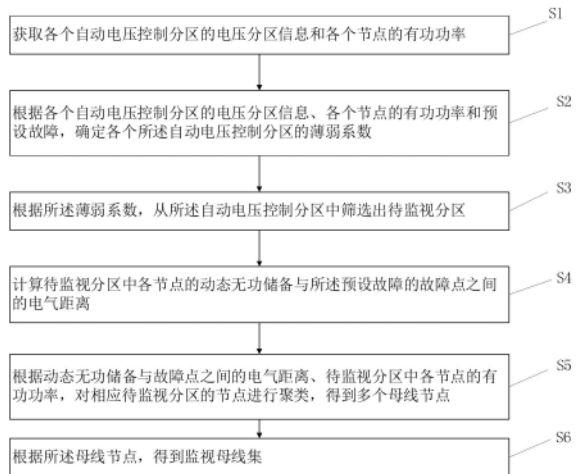
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种暂态电压稳定监视母线分析方法

(57) 摘要

本发明公开了一种暂态电压稳定监视母线分析方法,包括获取各个自动电压控制分区的电压分区信息和各个节点的有功功率;根据各个自动电压控制分区的电压分区信息、各个节点的有功功率和预设故障,确定各个所述自动电压控制分区的薄弱系数;根据薄弱系数,从自动电压控制分区中筛选出待监视分区;计算待监视分区中各节点的动态无功储备与预设故障的故障点之间的电气距离;根据动态无功储备与故障点之间的电气距离、待监视分区中各节点的有功功率,对相应待监视分区的节点进行聚类,得到多个聚类中心母线节点;根据聚类中心母线节点,得到监视母线集;本发明实施例可以自动选择暂态电压稳定强相关的区域和母线,提升暂态电压稳定分析计算流程的计算速度。



1. 一种暂态电压稳定监视母线分析方法,其特征在于,包括:

获取各个自动电压控制分区的电压分区信息和各个节点的有功功率;所述电压分区信息包括:相应自动电压控制分区的节点、电压中枢点;

根据各个自动电压控制分区的电压分区信息、各个节点的有功功率和预设故障,确定各个所述自动电压控制分区的薄弱系数;

根据所述薄弱系数,从所述自动电压控制分区中筛选出待监视分区;

计算待监视分区中各节点的动态无功储备与所述预设故障的故障点之间的电气距离;所述预设故障为预先设置的需要进行暂态电压稳定分析计算的故障,所述故障点为电网中发生所述预设故障的设备元件;故障点与电压中枢点之间的电气距离为从故障点、电压中枢点看进去的二端口网络等值阻抗;

根据动态无功储备与故障点之间的电气距离、待监视分区中各节点的有功功率,对相应待监视分区的节点进行聚类,得到多个聚类中心母线节点;

根据所述聚类中心母线节点,得到监视母线集;

所述根据各个自动电压控制分区的电压分区信息、各个节点的有功功率和预设故障,确定各个所述自动电压控制分区的薄弱系数,包括:

根据各个自动电压控制分区的电压分区信息和所述预设故障,计算所述预设故障的故障点与各个所述自动电压控制分区中电压中枢点之间的平均电气距离;所述平均电气距离为预想故障的故障点到相应自动电压控制分区中各电压中枢点的电气距离之和除以相应自动电压控制分区中电压中枢点个数;

根据各个节点的有功功率和所述平均电气距离,确定相应自动电压控制分区的薄弱系数;

所述根据所述薄弱系数,从所述自动电压控制分区中筛选出待监视分区,包括:

将各个所述自动电压控制分区的薄弱系数与预设的薄弱系数阈值进行比较;

选取薄弱系数小于所述薄弱系数阈值的自动电压控制分区作为待监视分区。

2. 如权利要求1所述的暂态电压稳定监视母线分析方法,其特征在于,所述根据各个节点的有功功率和所述平均电气距离,确定相应自动电压控制分区的薄弱系数,包括:

对于每个所述自动电压控制分区,从相应自动电压控制分区内筛选出满足预设负荷条件的节点;

计算满足所述预设负荷条件的节点的有功功率之和,得到负荷有功功率总和;

根据所述负荷有功功率总和和相应的平均电气距离,计算相应自动电压控制分区的薄弱系数。

3. 如权利要求2所述的暂态电压稳定监视母线分析方法,其特征在于,所述根据所述负荷有功功率总和和相应的平均电气距离,计算相应自动电压控制分区的薄弱系数,包括:

对所述负荷有功功率总和和相应的平均电气距离进行归一化处理;

对归一化处理后的负荷有功功率总和、平均电气距离进行加权求和,得到相应自动电压控制分区的薄弱系数。

4. 如权利要求1所述的暂态电压稳定监视母线分析方法,其特征在于,所述根据动态无功储备与故障点之间的电气距离、待监视分区中各节点的有功功率,对相应待监视分区的节点进行聚类,得到多个聚类中心母线节点,包括:

从待监视分区内筛选出满足预设负荷条件的节点；

根据待监视分区内满足预设负荷条件的节点的有功功率、动态无功储备与故障点之间的电气距离,构造聚类向量；

将所述聚类向量划分为多个簇,并获取各个簇的聚类中心母线节点。

5.如权利要求4所述的暂态电压稳定监视母线分析方法,其特征在于,所述根据待监视分区内满足预设负荷条件的节点的有功功率、动态无功储备与故障点之间的电气距离,构造聚类向量,包括:

对待监视分区内满足预设负荷条件的节点的有功功率、动态无功储备与故障点之间的电气距离进行归一化处理；

根据归一化处理后的待监视分区内满足预设负荷条件的节点的有功功率、动态无功储备与故障点之间的电气距离,构造聚类向量。

6.如权利要求2或4所述的暂态电压稳定监视母线分析方法,其特征在于,所述预设负荷条件为节点的负荷类型为马达负荷。

7.如权利要求4所述的暂态电压稳定监视母线分析方法,其特征在于,所述将所述聚类向量划分为多个簇,并获取各个簇的聚类中心母线节点,包括:

采用K-Mean算法将所述聚类向量聚类为多个簇；

对于每个簇,选定第i个节点,计算簇内其他节点到选定的第i个节点的平均电气距离；

选取平均电气距离最小对应的选定节点作为相应簇的聚类中心母线节点。

8.如权利要求1所述的暂态电压稳定监视母线分析方法,其特征在于,根据各个自动电压控制分区的电压分区信息和所述预设故障,计算所述预设故障的故障点与各个所述自动电压控制分区中电压中枢点之间的平均电气距离,包括:

对于每个所述自动电压控制分区,计算所述预设故障的故障点与相应自动电压控制分区中各个电压中枢点的电气距离之和,得到电气距离总和；

将所述电气距离总和除以相应自动电压控制分区的电压中枢点个数,得到相应自动电压控制分区的平均电气距离。

一种暂态电压稳定监视母线分析方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统安全稳定分析技术领域,尤其涉及一种暂态电压稳定监视母线分析方法。

背景技术

[0002] 暂态电压稳定分析用于分析电力系统受到大扰动后,系统所有母线保持稳定电压的能力。暂态电压稳定分析仿真曲线用于记录仿真过程中各监视母线电压的变化情况,按照指定的时间间隔输出各监视母线的电压值,从而反映出各个时刻下母线电压的变化过程。现有暂态电压稳定分析功能,通常输出各个考核故障下所有母线或人工指定范围内各监视母线的电压曲线。但是,随着大规模新能源集中接入,以及电网规模的快速发展,需要进行暂态电压稳定分析计算的考核故障数量越来越多,同时各考核故障下的监视母线规模越来越大,若输出各个考核故障下所有母线的电压曲线,将会对存储资源造成了较大的负担,也极大地增加了暂态电压稳定分析的计算耗时;而若仅输出人工指定范围内各监视母线的电压曲线,可能遗失重要母线的电压信息,难以适应精细化仿真分析的需求。

发明内容

[0003] 本发明实施例提供一种暂态电压稳定监视母线分析方法,其能自动选择暂态电压稳定强相关的区域和母线,提升暂态电压稳定分析计算流程的计算速度。

[0004] 本发明实施例提供了一种暂态电压稳定监视母线分析方法,包括:

[0005] 获取各个自动电压控制分区的电压分区信息和各个节点的有功功率;

[0006] 根据各个自动电压控制分区的电压分区信息、各个节点的有功功率和预设故障,确定各个所述自动电压控制分区的薄弱系数;

[0007] 根据所述薄弱系数,从所述自动电压控制分区中筛选出待监视分区;

[0008] 计算待监视分区中各节点的动态无功储备与所述预设故障的故障点之间的电气距离;

[0009] 根据动态无功储备与故障点之间的电气距离、待监视分区中各节点的有功功率,对相应待监视分区的节点进行聚类,得到多个聚类中心母线节点;

[0010] 根据所述聚类中心母线节点,得到监视母线集。

[0011] 作为上述方案的改进,所述根据各个自动电压控制分区的电压分区信息、各个节点的有功功率和预设故障,确定各个所述自动电压控制分区的薄弱系数,包括:

[0012] 根据各个自动电压控制分区的电压分区信息和所述预设故障,计算所述预设故障的故障点与各个所述自动电压控制分区中电压中枢点之间的平均电气距离;

[0013] 根据各个节点的有功功率和所述平均电气距离,确定相应自动电压控制分区的薄弱系数。

[0014] 作为上述方案的改进,所述根据各个节点的有功功率和所述平均电气距离,确定相应自动电压控制分区的薄弱系数,包括:

- [0015] 对于每个所述自动电压控制分区,从相应自动电压控制分区内筛选出满足预设负荷条件的节点;
- [0016] 计算满足所述预设负荷条件的节点的有功功率之和,得到负荷有功功率总和;
- [0017] 根据所述负荷有功功率总和和相应的平均电气距离,计算相应自动电压控制分区的薄弱系数。
- [0018] 作为上述方案的改进,所述根据所述负荷有功功率总和和相应的平均电气距离,计算相应自动电压控制分区的薄弱系数,包括:
- [0019] 对所述负荷有功功率总和和相应的平均电气距离进行归一化处理;
- [0020] 对归一化处理后的负荷有功功率总和、平均电气距离进行加权求和,得到相应自动电压控制分区的薄弱系数。
- [0021] 作为上述方案的改进,所述根据动态无功储备与故障点之间的电气距离、待监视分区中各节点的有功功率,对相应待监视分区的节点进行聚类,得到多个聚类中心母线节点,包括:
- [0022] 从待监视分区内筛选出满足预设负荷条件的节点;
- [0023] 根据待监视分区内满足预设负荷条件的节点的有功功率、动态无功储备与故障点之间的电气距离,构造聚类向量;
- [0024] 将所述聚类向量划分为多个簇,并获取各个簇的聚类中心母线节点。
- [0025] 作为上述方案的改进,所述根据待监视分区内满足预设负荷条件的节点的有功功率、动态无功储备与故障点之间的电气距离,构造聚类向量,包括:
- [0026] 对待监视分区内满足预设负荷条件的节点的有功功率、动态无功储备与故障点之间的电气距离进行归一化处理;
- [0027] 根据归一化处理后的待监视分区内满足预设负荷条件的节点的有功功率、动态无功储备与故障点之间的电气距离,构造聚类向量。
- [0028] 作为上述方案的改进,所述预设负荷条件为节点的负荷类型为马达负荷。
- [0029] 作为上述方案的改进,所述将所述聚类向量划分为多个簇,并获取各个簇的聚类中心母线节点,包括:
- [0030] 采用K-Mean算法将所述聚类向量聚类为多个簇;
- [0031] 对于每个簇,选定第*i*个节点,计算簇内其他节点到选定的第*i*个节点的平均电气距离;
- [0032] 选取平均电气距离最小对应的选定节点作为相应簇的聚类中心母线节点。
- [0033] 作为上述方案的改进,所述根据所述薄弱系数,从所述自动电压控制分区中筛选出待监视分区,包括:
- [0034] 将各个所述自动电压控制分区的薄弱系数与预设的薄弱系数阈值进行比较;
- [0035] 选取薄弱系数小于所述薄弱系数阈值的自动电压控制分区作为待监视分区。
- [0036] 作为上述方案的改进,所述电压分区信息包括:相应自动电压控制分区的节点、电压中枢点;
- [0037] 则,根据各个自动电压控制分区的电压分区信息和所述预设故障,计算所述预设故障的故障点与各个所述自动电压控制分区中电压中枢点之间的平均电气距离,包括:
- [0038] 对于每个所述自动电压控制分区,计算所述预设故障的故障点与相应自动电压控

制分区中各个电压中枢点的电气距离之和,得到电气距离总和;

[0039] 将所述电气距离总和除以相应自动电压控制分区的电压中枢点个数,得到相应自动电压控制分区的平均电气距离。

[0040] 相对于现有技术,本发明实施例的有益效果在于:通过获取各个自动电压控制分区的电压分区信息和各个节点的有功功率;根据各个自动电压控制分区的电压分区信息、各个节点的有功功率和预设故障,确定各个所述自动电压控制分区的薄弱系数;根据所述薄弱系数,从所述自动电压控制分区中筛选出待监视分区;然后计算待监视分区中各节点的动态无功储备与所述预设故障的故障点之间的电气距离;根据动态无功储备与故障点之间的电气距离、待监视分区中各节点的有功功率,对相应待监视分区的节点进行聚类,得到多个聚类中心母线节点;根据所述聚类中心母线节点,得到监视母线集;本发明实施例可以自动选择暂态电压稳定强相关的区域和母线,在保障重要母线电压仿真曲线信息输出的同时,大幅降低输出的仿真曲线数量,从而降低存储资源的负担,提升暂态电压稳定分析计算流程的计算速度。

附图说明

[0041] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,下面将对实施方式中所占据要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0042] 图1是本发明实施例提供的一种暂态电压稳定监视母线分析方法的流程图。

具体实施方式

[0043] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0044] 请参阅图1,其是本发明实施例提供一种暂态电压稳定监视母线分析方法的流程图,所述暂态电压稳定监视母线分析方法可由所述暂态电压稳定监视母线分析设备执行,其中,所述暂态电压稳定监视母线分析设备可以是桌上型计算机、笔记本、掌上电脑及云端服务器等计算设备。

[0045] 所述暂态电压稳定监视母线分析方法,具体包括:

[0046] S1:获取各个自动电压控制分区的电压分区信息和各个节点的有功功率;

[0047] 从AVC系统(电网自动电压控制系统)获取自动电压控制分区 $A_i(i=1,2,\dots,n)$ 的电压分区信息, n 表示分区数量。所述电压分区信息包括:相应自动电压控制分区的节点、电压中枢点。同时获取各个所述自动电压控制分区内节点的有功功率。

[0048] S2:根据各个自动电压控制分区的电压分区信息、各个节点的有功功率和预设故障,确定各个所述自动电压控制分区的薄弱系数;

[0049] S3:根据所述薄弱系数,从所述自动电压控制分区中筛选出待监视分区;

[0050] S4:计算待监视分区中各节点的动态无功储备与所述预设故障的故障点之间的电气距离;

[0051] S5:根据动态无功储备与故障点之间的电气距离、待监视分区中各节点的有功功率,对相应待监视分区的节点进行聚类,得到多个聚类中心母线节点;

[0052] S6:根据所述聚类中心母线节点,得到监视母线集。

[0053] 在本发明实施例中,通过计算各个所述自动电压控制分区的薄弱系数进行分区筛选,得到需要监视的待监视分区;然后在基于筛选出的待监视分区内各节点的动态无功储备与所述预设故障的故障点之间的电气距离和各节点的有功功率进行聚类,得到各个待监视分区的聚类中心母线节点作为监视母线,所有待监视分区的聚类中心母线节点形成所有需要监视的母线集合,本发明实施例可以自动选择暂态电压稳定强相关的区域和母线,在保障重要母线电压仿真曲线信息输出的同时,大幅降低输出的仿真曲线数量,从而降低存储资源的负担,提升暂态电压稳定分析计算流程的计算速度。

[0054] 在一种可选的实施例中,S2:根据各个自动电压控制分区的电压分区信息、各个节点的有功功率和预设故障,确定各个所述自动电压控制分区的薄弱系数,包括:

[0055] S21:根据各个自动电压控制分区的电压分区信息和所述预设故障,计算所述预设故障的故障点与各个所述自动电压控制分区中电压中枢点之间的平均电气距离;

[0056] 具体地,对于每个所述自动电压控制分区,计算所述预设故障的故障点与相应自动电压控制分区中各个电压中枢点的电气距离之和,得到电气距离总和;

[0057] 将所述电气距离总和除以相应自动电压控制分区的电压中枢点个数,得到相应自动电压控制分区的平均电气距离。

[0058] 其中,所述预设故障为预先设置的需要进行暂态电压稳定分析计算的故障,所述故障点为电网中发生所述预设故障的设备元件。故障点与电压中枢点之间的电气距离为从故障点、电压中枢点看进去的二端口网络等值阻抗,所述平均电气距离为预想故障的故障点到相应自动电压控制分区中各电压中枢点的电气距离之和除以相应自动电压控制分区中电压中枢点个数。

[0059] S22:根据各个节点的有功功率和所述平均电气距离,确定相应自动电压控制分区的薄弱系数。

[0060] 进一步,所述根据各个节点的有功功率和所述平均电气距离,确定相应自动电压控制分区的薄弱系数,包括:

[0061] 对于每个所述自动电压控制分区,从相应自动电压控制分区内筛选出满足预设负荷条件的节点;

[0062] 其中,所述预设负荷条件为节点的负荷类型为马达负荷。

[0063] 计算满足所述预设负荷条件的节点的有功功率之和,得到负荷有功功率总和;

[0064] 根据所述负荷有功功率总和和相应的平均电气距离,计算相应自动电压控制分区的薄弱系数。

[0065] 具体地,对所述负荷有功功率总和和相应的平均电气距离进行归一化处理;

[0066] 对归一化处理后的负荷有功功率总和、平均电气距离进行加权求和,得到相应自动电压控制分区的薄弱系数。

[0067] 在本发明实施例中,先获取各个节点的有功功率,然后统计各个自动电压分区 A_i 内负荷类型为马达负荷的节点的有功功率之和,记为负荷有功功率总和 PL_i ,然后对各个自动电压控制分区 A_i 的负荷有功功率总和 PL_i 和平均电气距离 D_i 进行归一化处理,之后根据公

式 $C_{ij}=w_L \times DIS_{ij}+w_M \times MP_{ij}$ 计算出相应自动电压控制分区 A_i 的薄弱系数;其中, w_L 、 w_M 分别表示平均电气距离、负荷有功功率综合的权重系数;

[0068] $DIS_i=D_i/(\sum_{k=1}^n D_k)$, $MP_i=PL_i/(\sum_{k=1}^n PL_k)$, n 表示自动电压控制分区的分区数量。

[0069] 在计算出各个所述自动电压控制分区的薄弱系数后,将各个所述自动电压控制分区的薄弱系数与预设的薄弱系数阈值进行比较;

[0070] 选取薄弱系数小于所述薄弱系数阈值的自动电压控制分区作为待监视分区。

[0071] 其中,所述薄弱系数阈值为设定值。需要说明的是,在本发明实施例中对薄弱系数阈值的具体数值不做具体限定,可根据具体电网计算需要进行调整。通过计算各个自动电压控制分区的薄弱系数进行分区筛选,可以选出暂态电压稳定强相关的分区。

[0072] 在一种可选的实施例中,S5:根据动态无功储备与故障点之间的电气距离、待监视分区中各节点的有功功率,对相应待监视分区的节点进行聚类,得到多个聚类中心母线节点,包括:

[0073] S51:从待监视分区内筛选出满足预设负荷条件的节点;

[0074] S52:根据待监视分区内满足预设负荷条件的节点的有功功率、动态无功储备与故障点之间的电气距离,构造聚类向量;

[0075] 具体地,对待监视分区内满足预设负荷条件的节点的有功功率、动态无功储备与故障点之间的电气距离进行归一化处理;

[0076] 根据归一化处理后的待监视分区内满足预设负荷条件的节点的有功功率、动态无功储备与故障点之间的电气距离,构造聚类向量。

[0077] S53:将所述聚类向量划分为多个簇,并获取各个簇的聚类中心母线节点。

[0078] 具体地,采用K-Mean算法将所述聚类向量聚类为多个簇;

[0079] 对于每个簇,选定第 i 个节点,计算簇内其他节点到选定的第 i 个节点的平均电气距离;

[0080] 选取平均电气距离最小对应的选定节点作为相应簇的聚类中心母线节点。

[0081] 在本发明实施例中,其中, $1 \leq i \leq N$, N 为簇内的节点数量;对于待监视分区 B_j ($j=1, 2, \dots, m$), m 表示待监视分区的分区数量,将各个待监视分区 B_j 内的负荷类型为马达负荷的节点的有功功率和动态无功储备与故障点之间的电气距离进行归一化处理,具体如下:

[0082] $DIS_j=D_j/(\sum_{l=1}^m D_l)$, $MP_j=PL_j/(\sum_{l=1}^m PL_l)$;

[0083] 然后基于上述归一化后的各个待监视分区 B_j 内的负荷类型为马达负荷的节点的有功功率和动态无功储备与故障点之间的电气距离,构造聚类向量:

[0084] $M_1 = \begin{pmatrix} M_{1,1} \\ M_{1,2} \\ M_{1,3} \end{pmatrix}, M_2 = \begin{pmatrix} M_{2,1} \\ M_{2,2} \\ M_{2,3} \end{pmatrix}, \dots, M_L = \begin{pmatrix} M_{L,1} \\ M_{L,2} \\ M_{L,3} \end{pmatrix};$

[0085] 其中, L 表示待监视分区 B_j 内的节点数量, $M_{L,1}$ 表示第 L 个节点马达负荷的有功功

率归一化后的值, $M_{L,2}$ 表示节点动态无功储备归一化后的值, $M_{L,3}$ 表示第L个节点与故障点之间的电气距离归一化后的值。

[0086] 采用K-Mean算法将上述聚类向量 M_1, M_2, \dots, M_L 聚类为多个簇; 设定的簇数目从1开始逐步增大, 每次聚类完成后判断每一簇内的各聚类向量之间的距离, 直至满足每一簇内聚类向量之间的距离都小于设定的距离阈值。

[0087] 对于聚类的每个簇, 将到簇内其它节点的平均电气距离最小的节点作为该簇的聚类中心母线节点。最后选取每个簇内的聚类中心母线节点, 形成待监视分区 B_j 的监视母线集, 从而得到所有需要监视的母线集。

[0088] 本发明实施例基于电气距离、马达负荷有功功率计算各自动电压控制分区的薄弱系数, 然后根据薄弱系数筛选得到需要监视母线的电压分区, 并根据马达负荷有功功率、动态无功储备及与故障点的电气距离, 构造聚类向量, 通过聚类算法将聚类向量划分为多个簇, 从每个簇选取一个母线形成分区的监视母线集, 从而得到所有需要监视的母线集, 通过本发明实施例可以优选出能够反映暂态电压稳定变化特性的主要母线, 实现暂态电压稳定强相关的分区和母线的自动选择, 同时可以大幅减少需要输出电压曲线的母线数, 在保障重要母线电压仿真曲线信息输出的同时, 大幅降低输出的仿真曲线数量, 从而降低存储资源的负担, 提升整个分析计算流程的计算速度。其次通过对暂态电压稳定变化特性的主要母线进行优化筛选, 从而输出具有代表性的母线电压仿真曲线, 可以过滤掉大量具有相同电压特性的母线电压仿真曲线, 大幅降低数据存储压力和分析计算的耗时, 且尽可能保留重要母线的电压曲线信息, 从而满足快速发展大电网精细化仿真分析的需求。本发明实施例可作为现有基于数字仿真分析的暂态电压稳定分析的有效补充, 具有广泛的应用前景。

[0089] 以上所述是本发明的优选实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明原理的前提下, 还可以做出多台改进和润饰, 这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

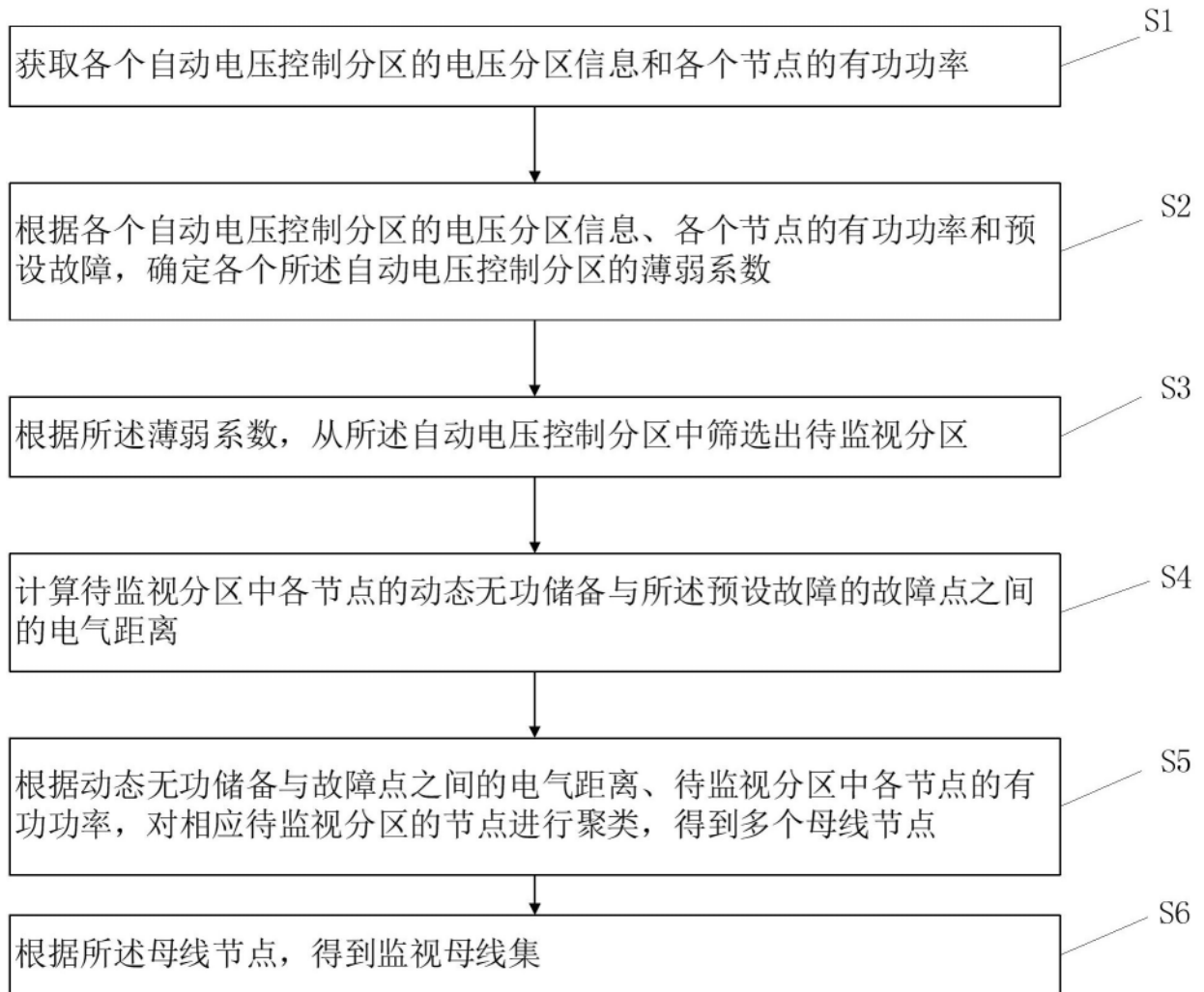


图1