



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105469316 B

(45)授权公告日 2020.05.15

(21)申请号 201410437762.8

(22)申请日 2014.08.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105469316 A

(43)申请公布日 2016.04.06

(73)专利权人 华北电力大学
地址 102206 北京市昌平区回龙观镇北农
路2号华北电力大学
专利权人 陕西省地方电力(集团)有限公司

(72)发明人 刘自发 刘斌 李柯 王萌 王威
李梦渔 李韦姝

(74)专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务
所(普通合伙) 11350
代理人 汤东风

(51)Int.Cl.

G06F 9/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 102254256 A,2011.11.23,
CN 103914741 A,2014.07.09,
CN 103927693 A,2014.07.16,
CN 103793585 A,2014.05.14,
WO 2014101278 A2,2014.07.03,

审查员 李婷婷

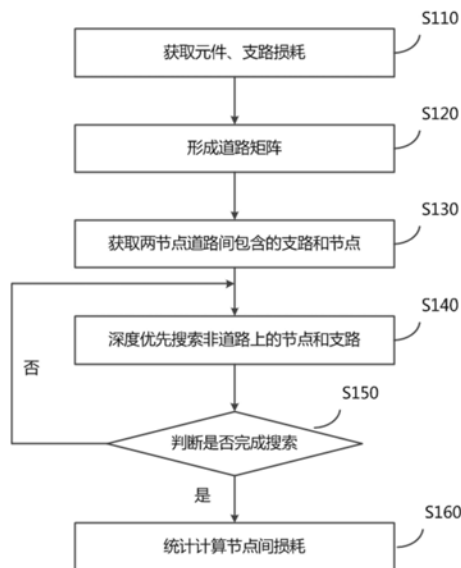
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

配电网任意两点间理论线损计算方法及系
统

(57)摘要

一种配电网任意两点间理论线损计算方法及系统,所述方法包括:获取元件支路、损耗步骤;形成道路矩阵步骤;获取任意节点A,B间道路包含的支路和节点步骤;获取任意节点A,B间非道路上的节点和支路步骤;判断步骤;和统计损耗步骤。本发明的配电网任意两点间理论线损计算方法及系统,基于道路矩阵和深度优先搜索算法,能够帮助配网调度人员快速统计计算配网任意两个节点之间区域的损耗,掌握线损的分布情况,有利于找到网络的薄弱环节,进而采取优化措施,降低网损,提高经济性,具有较强的实用价值。



1. 一种配电网任意两点间理论线损计算方法,包括:

步骤S110,获取元件支路、损耗步骤:根据配网运行情况,获取实际配网运行的设备和元件的拓扑数据表和拓扑关系表,根据这两个表形成配电网潮流计算所需的节点和支路数据,采用匹配潮流技术计算各元件和支路的损耗;

步骤S120,形成道路矩阵步骤:对辐射状配网,先形成辐射状配网节点支路关联矩阵,计算该关联矩阵的逆阵并转置形成道路矩阵,两个矩阵的横轴为支路,纵轴为节点;

步骤S130,获取任意节点A,B间道路包含的支路和节点步骤:从所述道路矩阵上取出给定两个节点A,B对应的行,按列逐个比较两行的数据;若对于某列,节点A,B对应的行的数值不同,该列对应的支路编号计入节点A,B的道路包含的支路集合 Ω_b 中,根据节点A,B道路上包含的支路,利用所述关联矩阵可得节点A,B道路之间的所有节点集合,记为 Ω_n ,元素个数为n,所述节点集合 Ω_n 不包含始末节点A,B;

步骤S140,获取任意节点A,B间非道路上的节点和支路步骤:对节点集合 Ω_n 中的第i个节点, $1 \leq i < n$,根据所述关联矩阵获得所有与其相连的支路,从不属于集合 Ω_b 中的每一个相连支路的对端节点开始深度优先搜索不在 Ω_n 和首末节点A,B中的节点,直到回到所述第i个节点,并将新搜索到的支路加入集合 Ω_{bi} ,新搜索到的节点加入集合 Ω_{ni} 中;

步骤S150,判断步骤:判断 Ω_n 中所有节点是否都经过步骤S140搜索一遍,如果是,则转向步骤S160,否则转向步骤S140,继续进行搜索;

步骤S160,统计损耗步骤:统计集合 Ω_b 和 Ω_{bi} , $i=1,2,\dots,n$ 中支路的损耗,记为 $P_{loss,b}$,统计 Ω_n 和 Ω_{ni} , $i=1,2,\dots,n$ 中与节点相连的配变、并联电容器和串联电抗器损耗,记为 $P_{loss,n}$,任意给定两节点之间的总的损耗为 $P_{loss}=P_{loss,b}+P_{loss,n}$ 。

2. 根据权利要求1所述的配电网任意两点间理论线损计算方法,其特征在于:

步骤S110,获取元件支路、损耗步骤具体为:根据配网运行情况,获取实际配网运行馈线的馈线段、配电变压器和负荷元件的两端节点编号,各元件的参数和负荷的功率,获取馈线根节点功率,形成配电网潮流计算所需的节点和支路数据表,其中所述节点和支路数据表即拓扑数据表和关系表,采用匹配潮流技术实现各非量测节点的负荷伪量测估算,再采用前推回推潮流技术计算各节点电压和支路电流,进而计算各支路损耗,根据节点电压计算各节点配变有功损耗。

3. 根据权利要求2所述的配电网任意两点间理论线损计算方法,其特征在于:

在所述获取元件支路、损耗步骤中,计算各支路线损采用基于均方根电流法或者平方电流法。

4. 根据权利要求1所述的配电网任意两点间理论线损计算方法,其特征在于:

在所述获取任意节点A,B间非道路上的节点和支路步骤中,所述直到回到所述第i个节点,指的是,第i个节点第二次搜索到。

5. 一种配电网任意两点间理论线损计算系统,包括如下单元:

元件支路、损耗获取单元:根据配网运行情况,获取实际配网运行的设备和元件的拓扑数据表和拓扑关系表,根据这两个表形成配电网潮流计算所需的节点和支路数据,采用匹配潮流技术计算各元件和支路的损耗;

道路矩阵形成单元:对辐射状配网,先形成辐射状配网节点支路关联矩阵,计算该关联矩阵的逆阵并转置形成道路矩阵,两个矩阵的横轴为支路,纵轴为节点;

任意节点A,B间道路包含的支路和节点获取单元:从所述道路矩阵上取出给定两个节点A,B对应的行,按列逐个比较两行的数据;若对于某列,节点A,B对应的行的数值不同,该列对应的支路编号计入节点A,B的道路包含的支路集合 Ω_b 中,根据节点A,B道路上包含的支路,利用所述关联矩阵可得节点A,B道路之间的所有节点集合,记为 Ω_n ,元素个数为n,所述节点集合 Ω_n 不包含始末节点A,B;

任意节点A,B间非道路上的节点和支路获取单元:对节点集合 Ω_n 中的第i个节点, $1 \leq i < \leq n$,根据所述关联矩阵获得所有与其相连的支路,从不属于集合 Ω_b 中的每一个相连支路的对端节点开始深度优先搜索不在 Ω_n 和首末节点A,B中的节点,直到回到所述第i个节点,并将新搜索到的支路加入集合 Ω_{bi} ,新搜索到的节点加入集合 Ω_{ni} 中;

搜索完成判断单元:判断 Ω_n 中所有节点是否都经过获取任意节点A,B间非道路上的节点和支路获取单元搜索一遍,如果是,则转向损耗统计单元,否则转向获取任意节点A,B间非道路上的节点和支路获取单元,继续进行搜索;

损耗统计单元:统计集合 Ω_b 和 Ω_{bi} , $i=1,2,\dots,n$ 中支路的损耗,记为 $P_{loss,b}$,统计 Ω_n 和 Ω_{ni} , $i=1,2,\dots,n$ 中与节点相连的配变、并联电容器和串联电抗器损耗,记为 $P_{loss,n}$,任意给定两节点之间的总的损耗为 $P_{loss}=P_{loss,b}+P_{loss,n}$ 。

6. 根据权利要求5所述的配电网任意两点间理论线损计算系统,其特征在于:

所述元件支路、损耗获取单元具体为:根据配网运行情况,获取实际配网运行馈线的馈线段、配电变压器和负荷元件的两端节点编号,各元件的参数和负荷的功率,获取馈线根节点功率,形成配电网潮流计算所需的节点和支路数据表,其中所述节点和支路数据表即拓扑数据表和关系表,采用匹配潮流技术实现各非量测节点的负荷伪量测估算,再采用前推回推潮流技术计算各节点电压和支路电流,进而计算各支路损耗,根据节点电压计算各节点配变有功损耗。

7. 根据权利要求6所述的配电网任意两点间理论线损计算系统,其特征在于:

在所述元件支路、损耗获取单元中,计算各支路线损采用基于均方根电流法或者平方电流法。

8. 根据权利要求5所述的配电网任意两点间理论线损计算系统,其特征在于:

在所述任意节点A,B间非道路上的节点和支路获取单元中,所述直到回到所述第i个节点,指的是,第i个节点第二次搜索到。

配电网任意两点间理论线损计算方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种对配电网损耗的计算方法和系统。具体的,涉及一种对配电网任意两点间理论线损计算方法及系统。

背景技术

[0002] 配网线损率是配网运行的重要的技术指标,理论线损计算是指计算与电流平方成正比的变压器绕组和输电线路导线、串联电抗器线圈中的电能损耗;与运行电压有关的变压器铁芯、电容器、电缆的绝缘介质、并联电抗器以及电晕损耗等。通过理论线损计算可以有效明确变压器损耗、线路损耗各是多少,有利于线损管理。进一步的,可以对线损大的线路进行改造,进而降低损耗;将理论线损与统计线损比较,可以对线损管理工作起到指导作用。

[0003] 目前,随着配网自动化水平的提高,实时量测装置的增多,理论线损计算主要采用匹配潮流计算方法,其步骤为:

[0004] 1) 采用首端功率系数法计算根节点和各负荷的等效注入功率,计算负荷失配量分配系数;

[0005] 2) 一次潮流计算获得根节点有功和无功功率失配量,根据负荷失配量分配系数分配给各个负荷;

[0006] 3) 重复步骤2)直到相邻两次潮流计算节点电压之差小于给定阈值;

[0007] 4) 根据节点电压计算总线损,统计各支路总损耗、各配变总损耗和各电容器总损耗等。

[0008] 但是,该技术的问题是:只能分类统计线路、变压器和电容器等元件线损,只能得到总的损耗,而不能得到某个区域,具体而言,针对某两个节点之间的损耗分布。这样,就降低了降低现场调度人员工作效率。

[0009] 因此,如何能够针对任意两点之间的区域的损耗快速的进行理论计算,且得到精确的结果,成为现有技术亟需解决的技术问题。

发明内容

[0010] 本发明的目的在于克服现有技术的缺陷而提供一种配电网线损统计计算算法,能够计算任意两点之间的损耗分布,提高调度人员共组效率。

[0011] 为达此目的,本发明采用以下技术方案:

[0012] 一种配电网任意两点间理论线损计算方法,包括:

[0013] 步骤S110,获取元件支路、损耗步骤:根据配网运行情况,获取实际配网运行的设备和元件的拓扑数据表和拓扑关系表,根据这两个表形成配电网潮流计算所需的节点和支路数据,采用匹配潮流技术计算各元件和支路的损耗;

[0014] 步骤S120,形成道路矩阵步骤:对辐射状配网,先形成辐射状配网节点支路关联矩阵,计算该关联矩阵的逆阵并转置形成道路矩阵,两个矩阵的横轴为支路,纵轴为节点;

[0015] 步骤S130,获取任意节点A,B间道路包含的支路和节点步骤:从所述道路矩阵上取出给定两个节点A,B对应的行,按列逐个比较两行的数据;若对于某列,节点A,B对应的行的数值不同,该列对应的支路编号计入节点A,B的道路包含的支路集合 Ω_b 中,根据节点A,B道路上包含的支路,利用所述关联矩阵可得节点A,B道路之间的所有节点集合,记为 Ω_n ,元素个数为n,所述节点集合 Ω_n 不包含始末节点A,B;

[0016] 步骤S140,获取任意节点A,B间非道路上的节点和支路步骤:对节点集合 Ω_n 中的第i个节点, $1 \leq i < \leq n$,根据所述关联矩阵获得所有与其相连的支路,从不属于集合 Ω_b 中的每一个相连支路的对端节点开始深度优先搜索不在 Ω_n 和首末节点A,B中的节点,直到回到所述第i个节点,并将新搜索到的支路加入集合 Ω_{bi} ,新搜索到的节点加入集合 Ω_{ni} 中;

[0017] 步骤150,判断步骤:判断 Ω_n 中所有节点是否都经过步骤S140搜索一遍,如果是,则转向步骤S160,否则转向步骤S140,继续进行搜索;

[0018] 步骤S160,统计损耗步骤:统计集合 Ω_b 和 Ω_{bi} , $i=1,2,\dots,n$ 中支路的损耗,记为 $P_{loss,b}$,统计 Ω_n 和 Ω_{ni} , $i=1,2,\dots,n$ 中与节点相连的配变、并联电容器和串联电抗器损耗,记为 $P_{loss,n}$,任意给定两节点之间的总的损耗为 $P_{loss}=P_{loss,b}+P_{loss,n}$ 。

[0019] 优选地,步骤S110,获取元件支路、损耗步骤具体为:根据配网运行情况,获取实际配网运行馈线的馈线段、配电变压器和负荷元件的两端节点编号,各元件的参数和负荷的功率,获取馈线根节点功率,形成配电网潮流计算所需的节点和支路数据表,采用匹配潮流技术实现各非量测节点的负荷伪量测估算,再采用前推回推潮流技术计算各节点电压和支路电流,进而计算各支路损,根据节点电压计算各节点配变有功损耗。

[0020] 优选地,在所述获取元件支路、损耗步骤中,计算各支路和变压器线损采用基于均方根电流法或者平方电流法。

[0021] 优选地,在所述获取任意节点A,B间非道路上的节点和支路步骤中,所述深度优先搜索不包含在道路中的节点,直到回到所述第i个节点,指的是,第i个节点第二次搜索到。

[0022] 本发明还公开了一种配电网任意两点间理论线损计算系统,包括如下单元:

[0023] 元件支路、损耗获取单元:根据配网运行情况,获取实际配网运行的设备和元件的拓扑数据表和拓扑关系表,根据这两个表形成配电网潮流计算所需的节点和支路数据,采用匹配潮流技术计算各元件和支路的损耗;

[0024] 道路矩阵形成单元:对辐射状配网,先形成辐射状配网节点支路关联矩阵,计算该关联矩阵的逆阵并转置形成道路矩阵,两个矩阵的横轴为支路,纵轴为节点;

[0025] 任意节点A,B间道路包含的支路和节点获取单元:从所述道路矩阵上取出给定两个节点A,B对应的行,按列逐个比较两行的数据;若对于某列,节点A,B对应的行的数值不同,该列对应的支路编号计入节点A,B的道路包含的支路集合 Ω_b 中,根据节点A,B道路上包含的支路,利用所述关联矩阵可得节点A,B道路之间的所有节点集合,记为 Ω_n ,元素个数为n,所述节点集合 Ω_n 不包含始末节点A,B;

[0026] 任意节点A,B间非道路上的节点和支路获取单元:对节点集合 Ω_n 中的第i个节点, $1 \leq i < \leq n$,根据所述关联矩阵获得所有与其相连的支路,从不属于集合 Ω_b 中的每一个相连支路的对端节点开始深度优先搜索不在 Ω_n 和首末节点A,B中的节点,直到回到所述第i个节点,并将新搜索到的支路加入集合 Ω_{bi} ,新搜索到的节点加入集合 Ω_{ni} 中;

[0027] 搜索完成判断单元:判断 Ω_n 中所有节点是否都经过步骤S140搜索一遍,如果是,

则转向步骤S160,否则转向步骤S140,继续进行搜索;

[0028] 损耗统计单元:统计集合 Ω_b 和 Ω_{bi} , $i=1,2,\dots,n$ 中支路的损耗,记为 $P_{loss,b}$,统计 Ω_n 和 Ω_{ni} , $i=1,2,\dots,n$ 中与节点相连的配变、并联电容器和串联电抗器损耗,记为 $P_{loss,n}$,任意给定两节点之间的总的损耗为 $P_{loss}=P_{loss,b}+P_{loss,n}$ 。

[0029] 优选地,所述元件支路、损耗获取单元具体为:根据配网运行情况,获取实际配网运行馈线的馈线段、配电变压器和负荷元件的两端节点编号,各元件的参数和负荷的功率,获取馈线根节点功率,形成配电网潮流计算所需的节点和支路数据表,采用匹配潮流技术实现各非量测节点的负荷伪量测估算,再采用前推回推潮流技术计算各节点电压和支路电流,进而计算各支路损,根据节点电压计算各节点配变有功损耗。

[0030] 优选地,在所述元件支路、损耗获取单元中,计算各支路和变压器线损采用基于均方根电流法或者平方电流法。

[0031] 优选地,在所述任意节点A,B间非道路上的节点和支路获取单元中,所述深度优先搜索不包含在道路中的节点,直到回到所述第i个节点,指的是,第i个节点第二次搜索到。

[0032] 因此,本发明的配电网任意两点间理论线损计算方法及系统,基于道路矩阵和深度优先搜索算法,能够帮助配网调度人员快速统计计算配网任意两个节点之间区域的损耗,掌握线损的分布情况,有利于找到网络的薄弱环节,进而采取优化措施,降低网损,具有较强的实用价值。

附图说明

[0033] 图1是根据本发明的具体实施例的两点间理论线损计算方法的流程图;

[0034] 图2是根据本发明的具体实施例的11节点配网示意图;

[0035] 图3是根据本发明的具体实施例的两点间理论线损计算系统的模块图。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0037] 本发明所述的配网是指辐射状运行的配电,包含各类配电设备之间的拓扑关系表和数据表,具体的计算的线损设备包括支路,配变,并联电容器、串联电抗器等。

[0038] 参见图1,公开了根据本发明的具体实施例的两点间理论线损计算方法的流程图,所述任意两节点之间区域线损计算包括下列步骤:

[0039] 步骤S110,获取元件支路、损耗步骤:根据配网运行情况,获取实际配网运行的设备和元件的拓扑数据表和拓扑关系表,根据这两个表形成配电网潮流计算所需的节点和支路数据,采用匹配潮流技术计算各元件和支路的损耗;

[0040] 步骤S120,形成道路矩阵步骤:对辐射状配网,先形成辐射状配网节点支路关联矩阵,计算该关联矩阵的逆阵并转置形成道路矩阵,两个矩阵的横轴为支路,纵轴为节点;

[0041] 步骤S130,获取任意节点A,B间道路包含的支路和节点步骤:从所述道路矩阵上取出给定两个节点A,B对应的行,按列逐个比较两行的数据;若对于某列,节点A,B对应的行的数值不同,该列对应的支路编号计入节点A,B的道路包含的支路集合 Ω_b 中,根据节点A,B道

路上包含的支路,利用所述关联矩阵可得节点A,B道路之间的所有节点集合,记为 Ω_n ,元素个数为n,所述节点集合 Ω_n 不包含始末节点A,B;该步骤用于通过所述道路矩阵获得节点A、B之间直接相连的支路和节点的集合。

[0042] 步骤S140,获取任意节点A,B间非道路上的节点和支路步骤:对节点集合 Ω_n 中的第i个节点, $1 \leq i < n$,根据所述关联矩阵获得所有与其相连的支路,从不属于集合 Ω_b 中的每一个相连支路的对端节点开始深度优先搜索不包含在道路中的节点,即不含在 Ω_n 和首末节点A,B中的节点,直到回到所述第i个节点,并将新搜索到的支路加入集合 Ω_{bi} ,新搜索到的节点加入集合 Ω_{ni} 中;该步骤用于通过深度优先搜索的方法,获得节点A、B之间不直接相连的其它的节点和支路,以用作步骤S130的补充。

[0043] 步骤150,判断步骤:判断 Ω_n 中所有节点是否都经过步骤S140搜索一遍,如果是,则转向步骤S160,否则转向步骤S140,继续进行搜索;通过该判断步骤,避免遗漏通过直接相连的节点和支路得到其它的非直接相连节点和支路。

[0044] 步骤S160,统计损耗步骤:统计集合 Ω_b 和 Ω_{bi} , $i=1,2,\dots,n$ 中支路的损耗,记为 $P_{loss,b}$,统计 Ω_n 和 Ω_{ni} , $i=1,2,\dots,n$ 中与节点相连的配变、并联电容器和串联电抗器损耗,记为 $P_{loss,n}$,任意给定两节点之间的总的损耗为 $P_{loss}=P_{loss,b}+P_{loss,n}$ 。

[0045] 在完成步骤S140和S150,该步骤用于对节点A、B之间所有的节点和支路的损耗,从而得到任意两个节点A、B之间的理论线损。

[0046] 优选地,其中,步骤S110中,计算各支路和变压器线损采用基于均方根电流法或者平方电流法。

[0047] 优选地,在步骤S140中,所述深度优先搜索不包含在道路中的节点,直到回到所述第i个节点,指的是,第i个节点第二次搜索到。

[0048] 实施例1:

[0049] 该实施例具体的公开了两个节点之间理论损耗计算。

[0050] 参见附图2,公开了一个具有11个节点的配网示意图。

[0051] 步骤S110,获取元件支路、损耗步骤:根据配网运行情况,获取实际配网运行馈线的馈线段的两端节点编号、配电变压器和负荷元件的节点编号,各元件的参数和负荷的功率,获取馈线根节点功率,形成配电网潮流计算所需的节点和支路数据表,采用匹配潮流技术实现各非量测节点的负荷伪量测估算,再采用前推回推潮流技术计算各节点电压和支路电流,进而计算各支路损耗,根据节点电压计算各节点配变有功损耗;

[0052] 根据图2的节点配网,利用步骤S110,得到原始拓扑数据表和关系表,即表1所示的节点和支路数据表。

[0053] 表1节点和支路数据表

[0054]

支路编号	始端节点	末端节点	电阻 (欧姆)	电抗 (欧姆)
1	1	2	0.621	0.812
2	2	3	0.7680	0.4560
3	3	4	0.5200	0.3000
4	3	7	0.214	0.227
5	4	5	0.4370	0.3510
6	5	6	0.4000	0.2390
7	5	11	0.4	0.321
8	7	8	0.29	0.232
9	8	9	0.474	0.281
10	8	10	0.207	0.274

[0055] 如图2所示的实际配网,系统实际负荷功率计算得到线路1-2、2-3首端的功率值作为状态估计的支路量测,1-2段功率量测为有功功率 $P_{1-2}=569.944\text{kW}$,无功功率 $Q_{1-2}=243.636\text{kW}$;2-3段功率量测为有功功率 $P_{2-3}=305.407\text{kW}$,无功功率 $Q_{2-3}=129.937\text{kvar}$,配电变压器的配变数据如表2:

[0056] 表2配电变压器配变数据表

[0057]

配变所在节点 编号	配变容量 (MVA)	空载损耗 (MW)	空载电 流	短路损耗 (MW)	短路电压百 分比
2	0.063	0.000220	0	0.001398	4
4	0.1	0.000302	0	0.001925	4
6	0.050	0.000187	0	0.001152	4
7	0.080	0.000266	0	0.001614	4
9	0.063	0.000220	0	0.001398	4
10	0.063	0.000220	0	0.001398	4
10	0.050	0.000187	0	0.001152	4
11	0.125	0.000346	0	0.002438	4
11	0.100	0.000302	0	0.001925	4

[0058] 根据匹配潮流估算节点2到11的非量测负荷伪量测如表3所示

[0059] 表3非量测负荷伪量测表

[0060]

节点号	有功伪量测 (kW)	无功伪量测 (kvar)
2	50.1	19.7
3	0.00	0.00
4	80.1	31.9
5	0.00	0.00
6	40.2	16.3
7	63.5	25.1

8	0.00	0.00
9	50.5	19.2
10	89.2	36.3
11	180	71.5

[0061] 在匹配潮流估算各节点伪量测基础上,采用前推回推潮流技术计算各支路损耗和各点损耗,其中各支路损耗如表4所示,各节点配变损耗如表5所示:

[0062] 表4各支路配变损耗表

支路号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
损耗(kW)	2.04	2.08	0.499	0.095	0	0.0069	0.139	0.061	0.0127	0.018

[0064] 表5各节点配变损耗表

节点号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
损耗(kW)	0	1.24	0	1.71	0	1.05	1.43	0	1.25	2.3	3.91

[0066] 步骤S120,根据图2得到如下节点支路关系矩阵:

节点/支路	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	-1	1	1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	-1	1	1	0	0	0
6	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
7	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
11	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0

[0068] 横轴为支路,纵轴为节点。

[0069] 以上矩阵中,1表示支路k与节点j关联,且方向背离节点;-1表示支路k与节点j关联,方向指向节点。

[0070] 根据以上节点支路关联矩阵求出逆阵,通过转置形成如下道路阵。

节点/支路	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
5	-1	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0
6	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	0
7	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0
8	-1	-1	0	-1	0	0	0	-1	0	0
9	-1	-1	0	-1	0	0	0	-1	-1	0

10	-1	-1	0	-1	0	0	0	-1	0	-1
11	-1	-1	-1	0	-1	0	-1	0	0	0

[0072] 以上矩阵中,若节点到根节点的路径上有某条支路,节点与支路对应的点不为0;例如节点2到根节点1只有支路1,所以上表中第二行中只有支路1对应的列不为0。

[0073] 步骤S3:搜索节点5到9之间道路阵的节点和支路,方法是比较节点5和9之间的列,若两列不同,则对应的支路为道路上的支路,结果如下:节点5对应的支路分别为:

[0074]

-1	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0
----	----	----	---	----	---	---	---	---	---

[0075] 节点9对应的支路分别为:

[0076]

-1	-1	0	-1	0	0	0	-1	-1	0
----	----	---	----	---	---	---	----	----	---

[0077] 显然,对应支路3、4、5、8、9的数值是不同的。

[0078] 因此,节点5到9之间直接相连的道路为支路集合 $\Omega_b:3、4、5、8、9$ 。

[0079] 根据上述支路,利用关联矩阵,节点5到9之间直接相连的道路包含的节点为3、4、5、7、8、9。去除首末节点5、9得到节点集合 $\Omega_n:3、4、7、8$,其中 $n=4$ 。

[0080] 步骤S140和S150:从节点3、4、7、8分别开始深度优先搜索非3、4、5、7、8、9节点的节点,直到回到该节点。

[0081] 以第一个节点3为例,采用深度优先搜索算法先搜索到节点2,节点2不包含在节点集合 Ω_n 中,将节点2加入到 Ω_{n1} ,从节点2开始深度搜索,再搜索到节点1,3,其中,节点3为首次搜索到,不终止搜索,而节点1不包含在节点集合 Ω_n ,因此将节点1加入到 Ω_{n1} ,从节点1开始深度搜索,再搜索回节点2,2已经在集合 Ω_{n1} 中,最后搜索回到节点3,此时节点3为第2次搜索到,终止搜索。进而在集合 Ω_{n1} 搜索到的节点是节点1、2,节点1、2相连的支路1、2加入 Ω_{b1} 。以此类推,节点8采用深度优先搜索到节点10,再搜索回节点10,搜索到的节点是节点10,节点10相连的支路为10,其余节点没有搜索到节点。

[0082] 最后,节点5到9之间区域包含支路为1、2、3、4、5、8、9、10

[0083] 节点5到9之间区域包含的节点为1、2、3、4、7、8、10。

[0084] 根据该步骤获得节点5和9之间除道路阵外,除步骤3的所有节点和支路。

[0085] 步骤S160:统计节点5到9之间的线损。

[0086] 根据步骤130的结果,节点5到9之间直接相连道路上的损耗为:5.28kW

[0087] 计算过程为:支路3、4、8、9上的损耗加上节点4、7、9上的损耗,即

[0088] $0.499+0.095+0.226+0.061+0.0127+1.71+1.43+1.25=5.28\text{kW}$ (四舍五入)

[0089] 根据步骤140和150的结果,节点5到9之间区域的损耗为:12.96

[0090] 计算过程为:节点5-9道路上的损耗加上支路1、2、10上的损耗,再加上节点1、2、10上的损耗,即

[0091] $5.28+2.04+2.08+0.018+1.24+2.3=12.96\text{kW}$ (四舍五入)

[0092] 作为对比例,若仅采用匹配潮流计算,只能给出总损耗为:18.07kW;支路损耗为5.18kW:,节点变压器上损耗为12.89kW。

[0093] 本发明还公开了一种配电网任意两点间理论线损计算系统,包括如下单元:

[0094] 元件支路、损耗获取单元210:根据配网运行情况,获取实际配网运行的设备和元件的拓扑数据表和拓扑关系表,根据这两个表形成配电网潮流计算所需的节点和支路数据,采用匹配潮流技术计算各元件和支路的损耗;

[0095] 道路矩阵形成单元220:对辐射状配网,先形成辐射状配网节点支路关联矩阵,计算该关联矩阵的逆阵并转置形成道路矩阵,两个矩阵的横轴为支路,纵轴为节点;

[0096] 任意节点A,B间道路包含的支路和节点获取单元230:从所述道路矩阵上取出给定两个节点A,B对应的行,按列逐个比较两行的数据;若对于某列,节点A,B对应的行的数值不同,该列对应的支路编号计入节点A,B的道路包含的支路集合 Ω_b 中,根据节点A,B道路上包含的支路,利用所述关联矩阵可得节点A,B道路之间的所有节点集合,记为 Ω_n ,元素个数为 n ,所述节点集合 Ω_n 不包含始末节点A,B;

[0097] 任意节点A,B间非道路上的节点和支路获取单元240:对节点集合 Ω_n 中的第 i 个节点, $1 \leq i < n$,根据所述关联矩阵获得所有与其相连的支路,从不属于集合 Ω_b 中的每一个相连支路的对端节点开始深度优先搜索不在 Ω_n 和首末节点A,B中的节点,直到回到所述第 i 个节点,并将新搜索到的支路加入集合 Ω_{bi} ,新搜索到的节点加入集合 Ω_{ni} 中;

[0098] 搜索完成判断单元250:判断 Ω_n 中所有节点是否都经过步骤S140搜索一遍,如果是,则转向步骤S160,否则转向步骤S140,继续进行搜索;

[0099] 损耗统计单元260:统计集合 Ω_b 和 Ω_{bi} , $i=1,2,\dots,n$ 中支路的损耗,记为 $P_{loss,b}$,统计 Ω_n 和 Ω_{ni} , $i=1,2,\dots,n$ 中与节点相连的配变、并联电容器和串联电抗器损耗,记为 $P_{loss,n}$,任意给定两节点之间的总的损耗为 $P_{loss}=P_{loss,b}+P_{loss,n}$ 。

[0100] 优选地,所述元件支路、损耗获取单元210具体为:根据配网运行情况,获取实际配网运行馈线的馈线段、配电变压器和负荷元件的两端节点编号,各元件的参数和负荷的功率,获取馈线根节点功率,形成配电网潮流计算所需的节点和支路数据表,采用匹配潮流技术实现各非量测节点的负荷伪量测估算,再采用前推回推潮流技术计算各节点电压和支路电流,进而计算各支路损,根据节点电压计算各节点配变有功损耗。

[0101] 优选地,在所述元件支路、损耗获取单元210中,计算各支路和变压器线损采用基于均方根电流法或者平方电流法。

[0102] 优选地,在所述任意节点A,B间非道路上的节点和支路获取单元中,所述深度优先搜索不包含在道路中的节点,直到回到所述第 i 个节点,指的是,第 i 个节点第二次搜索到。

[0103] 因此,本发明的配电网任意两点间理论线损计算方法及系统,基于道路矩阵和深度优先搜索算法,能够帮助配网调度人员快速统计计算配网任意两个节点之间区域的损耗,掌握线损的分布情况,有利于找到网络的薄弱环节,进而采取优化措施,降低网损,具有较强的实用价值。

[0104] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施方式仅限于此,对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单的推演或替换,都应当视为属于本发明由所提交的权利要求书确定保护范围。

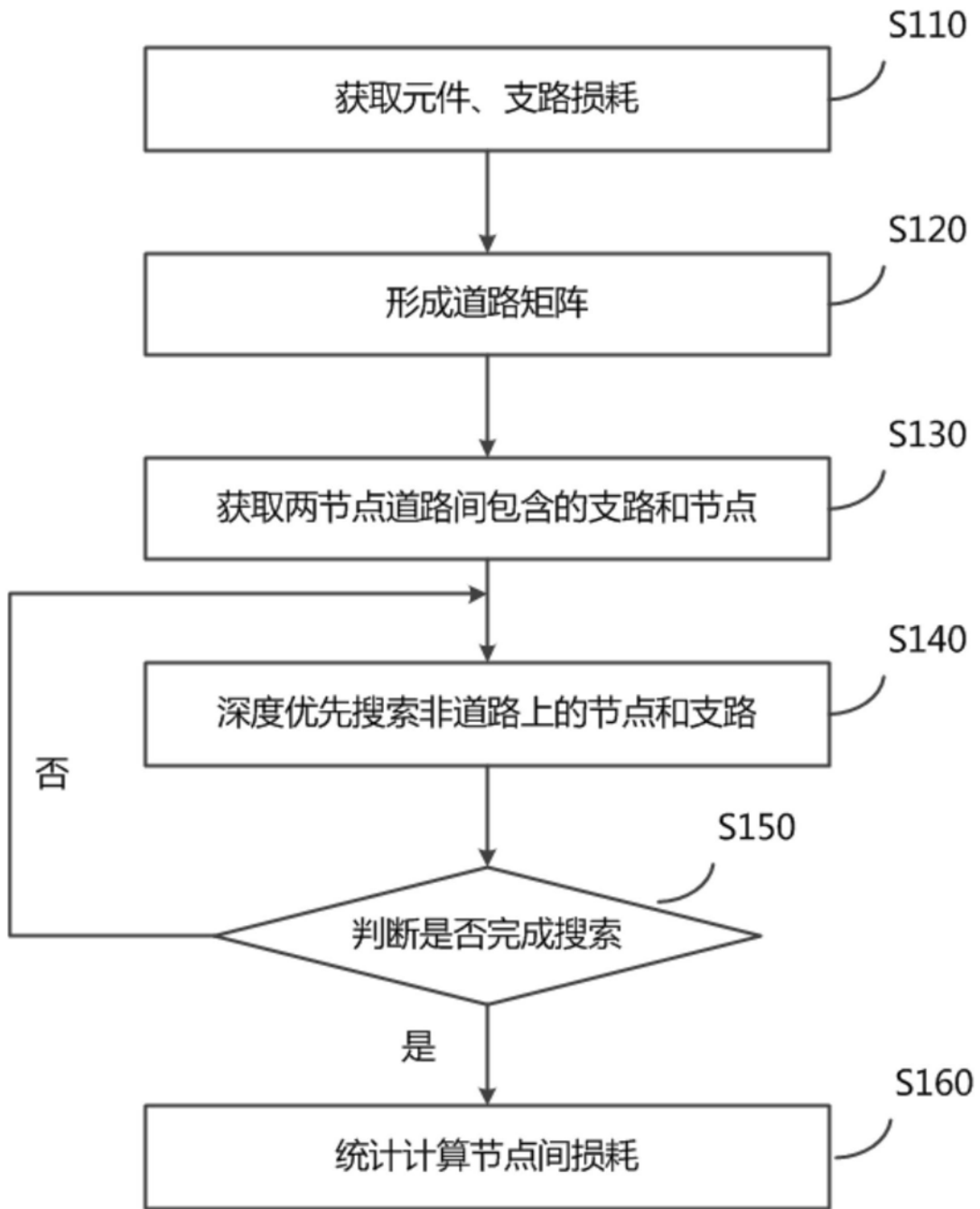


图1

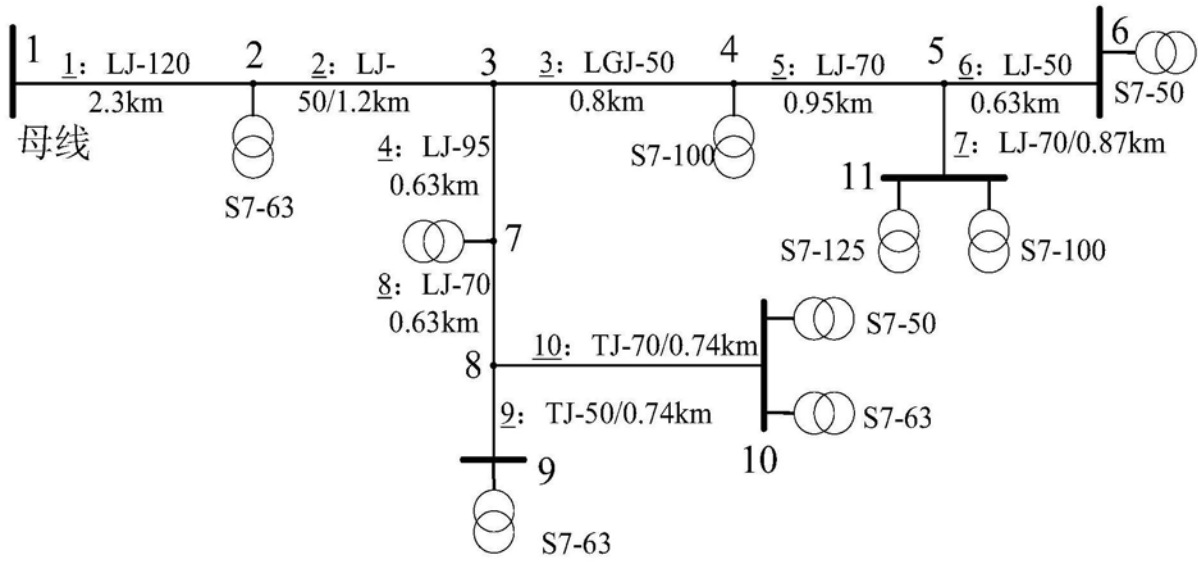


图2

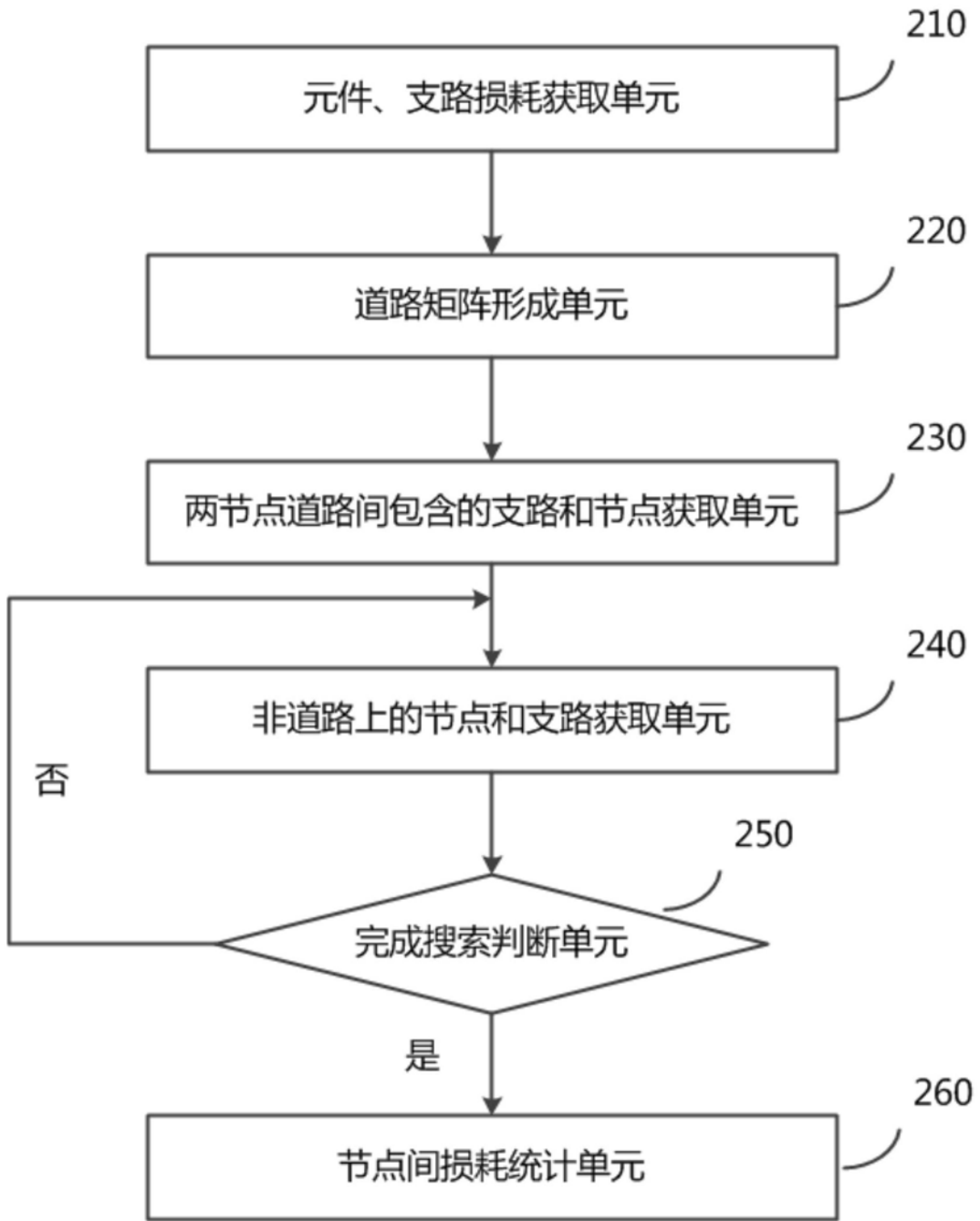


图3