



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107885962 A

(43)申请公布日 2018.04.06

(21)申请号 201711346565.5

(22)申请日 2017.12.15

(71)申请人 南京四方亿能电力自动化有限公司
地址 211100 江苏省南京市江宁区秣陵街道苏源大道80号

(72)发明人 承文新 谭志海 刘云 赵凤青
邓俊波 齐文斌

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 熊玉玮

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

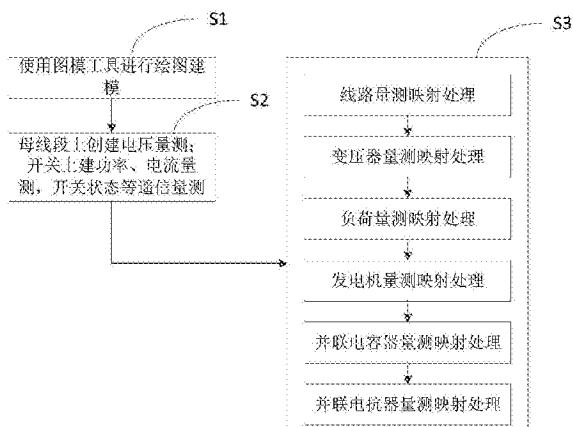
权利要求书1页 说明书11页 附图3页

(54)发明名称

电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法

(57)摘要

本发明公开了电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法，属于特别用于电力系统建模的计算机辅助设计的技术领域。本发明根据工程实际绘制电力系统接线图并进行基于CIM的电力模型创建，根据工程实际创建母线段的电压量测、开关的模拟量量测、开关的状态等遥信量量测，把开关的功率、电流等模拟量量测映射到其连接的线路、变压器绕组、负荷、发电机、电容器、电抗器等设备，该方法能提高了量测建模的灵活性，解决了功率、电流量测建立在开关上后，电力系统仿真和计算软件获取线路、变压器绕组、负荷、发电机等设备功率、电流量测值存在困难的问题。



1. 电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法,其特征在于,基于CIM建立电力自动化系统的模型,建立母线段的模拟量量测、开关的模拟量量测、开关的遥信量量测,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到与其拓扑连接的电力设备上。

2. 根据权利要求1所述电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法,其特征在于,所述电力设备包含但不限于线路、变压器、负荷、发电机、并联电容器、并联电抗器。

3. 根据权利要求2所述电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法,其特征在于,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到线路的方法为:

在线路首端或末端的端点所属连接点还连接有开关时,将开关的模拟量量测映射到线路该端端点;

在线路首端或末端的端点所属连接点只连接有刀闸且刀闸另一端点所属连接点还连接有开关时,将开关的模拟量量测映射到线路该端端点。

4. 根据权利要求2所述电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法,其特征在于,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到变压器的方法为:将与变压器绕组连接的开关的模拟量量测映射到变压器。

5. 根据权利要求2所述电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法,其特征在于,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到负荷的方法为:将与负荷连接的开关的模拟量量测映射到负荷。

6. 根据权利要求2所述电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法,其特征在于,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到发电机的方法为:将与发电机连接的开关的模拟量量测映射到发电机。

7. 根据权利要求2所述电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法,其特征在于,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到并联电容器的方法为:将与并联电容器连接的开关的模拟量量测映射到并联电容器。

8. 根据权利要求2所述电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法,其特征在于,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到并联电抗器的方法为:将与并联电抗器连接的开关的模拟量量测映射到并联电抗器。

9. 根据权利要求3所述电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法,其特征在于,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到线路的方法具体包括如下步骤:

A、获取线路首端或末端端点的所属连接点,由所属连接点包含的所有端点构建第一端点集合;

B、判断第一端点集合中每个端点所属的设备,在所属设备为开关时将开关的模拟量量测映射到线路首端或末端端点,在所属设备为刀闸时将刀闸的另一端点加入第二端点集合,仅在所属连接点包含的所有端点所属的设备没有开关且有刀闸时进入步骤C;

C、构建对应于第二端点集合中每一端点所属连接点的第三端点集合,每一端点所属连接点对应的第三端点集合由该端点所属连接点包含的所有端点构成,在一端点连接点对应的第三端点集合中有端点所属设备为开关时,将开关的模拟量量测映射到线路首端或末端端点。

电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法

技术领域

[0001] 本发明公开了电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法，属于特别用于电力系统建模的计算机辅助设计的技术领域。

背景技术

[0002] IEC61970与IEC61968的CIM (Common Information Model)，即公共信息模型，是IEEE (美国电子和电气工程师协会) 制定的关于电力系统数据共享的国际标准。CIM涵盖了包括电力元件、厂站等在内的电力分析控制中常用的各种对象。作为国际标准，CIM得到了各国电力企业和开发商的积极支持，目前CIM已应用于SCADA、网络分析、EMS等多种应用系统中。在国内，国家电力调度通信中心已经组织了多次CIM互操作实验，为国内主要EMS开发单位的不同自动化系统之间能够互联互通和互操作以及最终实现软件的即插即用提供了实验依据。

[0003] CIM由核心包 (Core) 、拓扑包 (Topology) 、量测包 (Meas) 、SCADA包等相关包组成，采用的是“节点-设备”模型，即电力设备有端点，相关设备端点连接在一起形成节点，设备通过节点进行连接形成网络拓扑连接关系。量测包中有量测相关的类，量测与电力系统资源类 (PowerSystemResource) 关联，电力系统资源类是具体电力设备的基类，即量测通过与具体设备的基类关联来表示量测属于那个设备；同时，量测与设备的端点关联来表示量测部署在设备的哪个端点。例如，一条线路的首端和末端可能都会有功功率量测配置，通过有功功率量测与线路的首端端点关联或末端端点关联的方法来表示有功功率量测是配置在线路首端还是线路末端。

[0004] 但在实际工程应用中，基于CIM进行电力系统建模时，有功、无功、电流等量测建模和与设备关联时，到底是应该关联在开关设备上，还是关联在与开关连接的相应电力设备上，并没有相关标准进行规定。为配置方便，工程人在创建电力系统模型时一般是把有功、无功、电流等量测关联在开关上，这样开关连接的线路、变压器绕组、负荷、发电机等设备上就没有关联有功、无功、电流等量测。电力系统仿真和计算软件使用“母线-支路”模型，即使用的是通过网络拓扑分析得到的计算模型，在计算模型中剔除了开关设备，因此，如果建模时将功率、电流等量测关联在开关上会导致电力系统仿真和计算软件获取线路、变压器绕组、负荷、发电机等设备的功率、电流量测值存在困难。

发明内容

[0005] 本发明的发明目的是针对上述背景技术的不足，提供了电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法，在建模时将功率、电流等模拟量量测建立在开关上，并将与电力设备有拓扑连接关系的开关的模拟量量测映射给电力设备，解决了功率、电流量测建在开关上的建模方式使得电力系统仿真和计算软件难以获取线路、变压器绕组、负荷、发电机等设备的功率、电流量测值的技术问题。

[0006] 本发明为实现上述发明目的采用如下技术方案：

[0007] 电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法,基于CIM建立电力自动化系统的模型,建立母线段的模拟量量测、开关的模拟量量测、开关的遥信量量测,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到与其拓扑连接的电力设备上。

[0008] 作为电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法的进一步优化方案,电力设备包含但不限于线路、变压器、负荷、发电机、并联电容器、并联电抗器。

[0009] 作为电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法的再进一步优化方案,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到线路的方法为:

[0010] 在线路首端或末端的端点所属连接点还连接有开关时,将开关的模拟量量测映射到线路该端端点;

[0011] 在线路首端或末端的端点所属连接点只连接有刀闸且刀闸另一端点所属连接点还连接有开关时,将开关的模拟量量测映射到线路该端端点。

[0012] 作为电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法的再进一步优化方案,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到变压器的方法为:将与变压器绕组连接的开关的模拟量量测映射到变压器。

[0013] 作为电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法的再进一步优化方案,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到负荷的方法为:将与负荷连接的开关的模拟量量测映射到负荷。

[0014] 作为电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法的再进一步优化方案,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到发电机的方法为:将与发电机连接的开关的模拟量量测映射到发电机。

[0015] 作为电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法的再进一步优化方案,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到并联电容器的方法为:将与并联电容器连接的开关的模拟量量测映射到并联电容器。

[0016] 作为电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法的再进一步优化方案,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到并联电抗器的方法为:将与并联电抗器连接的开关的模拟量量测映射到并联电抗器。

[0017] 作为电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法的更进一步优化方案,根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到线路的方法具体包括如下步骤:

[0018] A、获取线路首端或末端端点的所属连接点,由所属连接点包含的所有端点构建第一端点集合;

[0019] B、判断第一端点集合中每个端点所属的设备,在所属设备为开关时将开关的模拟量量测映射到线路首端或末端端点,在所属设备为刀闸时将刀闸的另一端点加入第二端点集合,仅在所属连接点包含的所有端点所属的设备没有开关且有刀闸时进入步骤C;

[0020] C、构建对应于第二端点集合中每一端点所属连接点的第三端点集合,每一端点所属连接点对应的第三端点集合由该端点所属连接点包含的所有端点构成,在有一端点连接点对应的第三端点集合中有端点所属设备为开关时,将开关的模拟量量测映射到线路首端或末端端点。

[0021] 本发明采用上述技术方案,具有以下有益效果:在建模时将功率、电流等模拟量量测建立在开关上,并将与电力设备有拓扑连接关系的开关的模拟量量测映射给电力设备,

功率、电流等量测既可以建在开关设备上又可以建在线路、变压器绕组、负荷、发电机等具体的电力设备上,不仅提高了量测建模的灵活性,还解决了功率、电流量测建立在开关上后,电力系统仿真和计算软件获取线路、变压器绕组、负荷、发电机等设备功率、电流量测值存在困难的问题。

附图说明

- [0022] 图1为电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法的流程图。
- [0023] 图2为具体实施例的电力系统接线图。
- [0024] 图3为线路首端量测映射的流程图。

具体实施方式

- [0025] 下面结合附图对发明的技术方案进行详细说明。
- [0026] 为本发明公开的电力自动化系统基于CIM进行量测建模的方法如附图1所示,主要包括以下三大步骤。
- [0027] S1、根据实际工程覆盖的电力系统范围绘制电力系统接线图并使用图形建模工具建立电力系统基于CIM的模型
- [0028] 一般电力自动化系统厂家都会提供图形建模工具实现的建模功能,因此,本申请不再赘述CIM模型的建立过程。
- [0029] S2、建立母线段的模拟量量测、开关的模拟量量测、开关的遥信量量测
- [0030] 据工程实际的测控装置安装配置情况创建量测模型,具体方法为:创建母线段的相电压、线电压量测对象与具体母线段关联得到母线段的模拟量量测,创建开关的有功、无功、电流量测对象与具体开关关联得到开关的模拟量量测,创建开关状态等遥信量量测对象与具体开关关联得到开关的遥信量量测。
- [0031] S3、根据电力系统接线图将开关的模拟量量测映射到与其拓扑连接的电力设备上
- [0032] 通过拓扑搜索找到线路、变压器绕组、负荷、发电机等设备连接的开关,把开关的功率、电流等模拟量量测映射到其连接的线路、变压器绕组、负荷、发电机、电容器、电抗器等设备,具体流程如图3所示,包括以下6个子步骤:
- [0033] 步骤3.1、线路量测映射处理:
- [0034] 对给定一条线路进行如下处理:
- [0035] 1) 如果该线路首端没有建立功率、电流等量测量,即线路首端没有关联功率、电流量测,把端点集合tjset(即为第二端点集合)清空后进行步骤2) 到步骤16) 的处理:
- [0036] 2) 获取线路首端的端点,获取首端端点所属连接点Cn;
- [0037] 3) 获取首端端点所属连接点Cn包含的端点集合Tset(即为第一端点集合);
- [0038] 4) 对集合Tset的每一个端点ti,进行如步骤5) 到步骤8) 的处理:
- [0039] 5) 获取端点ti所属的设备dev;
- [0040] 如果该设备为开关,则进行步骤6) 和步骤7) 的处理:
- [0041] 6) 该设备的功率、电流量测映射到当前处理线路的首端,即当前处理线路首端关联该开关的功率、电流量测量;
- [0042] 7) 设置该线路首端量测映射已经处理标志;

- [0043] 否则,如果该设备为刀闸,则进行步骤8)的处理;
- [0044] 8) 获取该刀闸的另一个端点tj,把端点tj放入端点集合tjset中;
- [0045] 9) 该线路首端端点所属连接点Cn包含的端点按照上面的步骤5)到步骤8)处理完成后,如果该线路首端量测映射已经处理标志未设置,则进行步骤10)到步骤16)的处理:
- [0046] 10) 对端点集合tjset中的每一个端点tj进行步骤11)到步骤16)的处理:
- [0047] 11) 获取端点tj所属的连接点cnj;
- [0048] 12) 获取连接点cnj所包含的端点集合cnjtset(即第三端点集合);
- [0049] 13) 对集合cnjtset中的每一个端点tk进行如下处理:
- [0050] 14) 获取端点tk所属设备tkdev;
- [0051] 如果该设备为开关,则进行如下步骤15)和步骤16)的处理:
- [0052] 15) 该设备的功率、电流量测映射到当前处理线路的首端,即当前处理线路首端关联该开关的功率、电流量测量;
- [0053] 16) 跳出步骤13)循环,即不再对后续未处理的端点进行处理;
- [0054] 17) 该线路末端的量测映射,同样按照上面步骤1)到步骤16)的方法进行处理;
- [0055] 获取另一条线路,按照上面的步骤1)到步骤17)进行量测映射处理,直到所有的线路都处理完成。
- [0056] 步骤3.2、变压器量测映射处理:
- [0057] 给定一个变压器绕组,按照与步骤3.1中搜索线路首端连接的开关相同的方法搜索找到变压器器绕组连接的开关,把开关上的功率、电流量测映射到给定的变压器绕组即可;
- [0058] 获取另一个变压器绕组,按照同样的方法进行量测映射处理,直到所有的变压器绕组都处理完成。
- [0059] 步骤3.3、负荷量测映射处理:
- [0060] 负荷量测映射按照与步骤3.2相同的处理步骤进行处理。
- [0061] 步骤3.4发电机量测映射处理:
- [0062] 发电机量测映射按照与步骤3.2相同的处理步骤进行处理。
- [0063] 步骤3.5并联电容器量测映射处理:
- [0064] 并联电容器量测映射按照与步骤3.2相同的处理步骤进行处理。
- [0065] 步骤3.6并联电抗器量测映射处理:
- [0066] 并联电抗器量测映射按照与步骤3.2相同的处理步骤进行处理。
- [0067] 电网建模不需要对刀闸建模时,线路、变压器绕组、负荷、发电机等设备直接连接到开关上;电网建模需要对刀闸建模时,线路、变压器绕组、负荷、发电机等设备通过刀闸连接到开关上,因此,最多只需要两级搜索就可以找到具体设备连接的开关。
- [0068] 如图2所示的电力系统接线图包括了电力系统常用的接线方式,该接线图包括变电站1和变电站2两座变电站。变电站1包含500kV和220kV两个电压等级,500kV电压等级是倍半接线方式,220kV电压等级是双母线带旁路母线的接线方式;变电站2包含220kV和10kV两个电压等级,220kV电压等级是双母线接线方式,10kV电压等级是单母线接线方式。变电站1内两个500kV电压等级的母线段编号为500M1和500M2,三条500kV的线路编号分别为5L1、5L2、5L3,三个220kV电压等级的母线段编号为220M1,220M2和220M3,一个变压器编号

为50T1；变电站2内两个220kV电压等级的母线段编号为220M1和220M2，一个10kV电压等级的母线段编号为10M1，一个变压器编号为10T1。变电站1和变电站2通过一条220电压等级的线路连接在一起，线路编号为22L1。SW1和SW2是两个10kV的线路分段开关，L1为一个10kV的负荷。

[0069] 下面结合图2所示的电力接线图说明本发明电力系统基于CIM进行量测建模的步骤。

[0070] 步骤1：使用图模一体化工具进行绘图建模。

[0071] 使用厂家提供的图模一体化工具对图2所示的电力接线系统进行绘图和建模。建模主要是对电力系统创建符合CIM标准的模型，主要包括容器、设备和连接关系三个方面。针对图2所示的电力系统，容器有：变电站1和变电站2这两个变电站；变电站1包括500kV和220kV两个电压等级，以及一些具体的线路、母线、变压器间隔；变电站2包括220kV和10kV两个电压等级，以及一些具体的线路、母线、变压器间隔；变电站2的10kV开关1002引出的馈线，这里标记为“10kV1002出线”。

[0072] 1) 建模后生成的连接点信息。变电站1内共有15个连接点，分别标记为S1CN1，S1CN2，…，S1CN15；变电站2内共有15个连接点，分别标记为S2CN1，S2CN2，…，S2CN15；10kV1002出线内的共有4个连接点，分别标记为F1CN1、F1CN2、F1CN3、F1CN4。

[0073] 2) 变电站1、变电站2和10kV1002出线内的具体设备、设备端点以及端点相连组成的连接点如表1、表2所示。

[0074] 表1变电站1内设备及其端点信息表

[0075]

设备类型	设备编码	首端端点编码	首端端点所属连接点	末端端点编码	末端端点所属连接点编码
母线段	500M1	500M1T	S1CN1	--	--
	500M2	500M2T	S1CN4	--	--
	220M1	220M1T	S1CN7	--	--
	220M2	220M2T	S1CN8	--	--
	220M3	220M3T	S1CN12	--	--
开关	5011	5011F	S1CN1	5011T	S1CN2
	5012	5012F	S1CN2	5012T	S1CN3
	5013	5013F	S1CN4	5013T	S1CN3
	5021	5021F	S1CN1	5021T	S1CN6
	5022	5022F	S1CN6	5022T	S1CN5
	5023	5023F	S1CN4	5023T	S1CN5
	2201	2201F	S1CN9	2201T	S1CN10
	2202	2202F	S1CN15	2202T	S1CN14
刀闸	22011	22011F	S1CN7	22011T	S1CN9
	22012	22012F	S1CN8	22012T	S1CN9
	22013	22013F	S1CN12	22013T	S1CN11

[0076]

	22014	22014F	S1CN10	22014T	S1CN11
	22021	22021F	S1CN7	22021T	S1CN15
	22022	22022F	S1CN8	22022T	S1CN15
	22023	22023F	S1CN12	22023T	S1CN13
	22024	22024F	S1CN14	22024T	S1CN13
变压器绕组	50T1H	50T1HT	S1CN5	--	
	50T1L	50T1LT	S1CN13	--	

[0077] 注:母线段和变压器绕组都是单端设备,只有一个端点,用首端节点编码标示,末端节点编码为空。

[0078] 表2变电站2内设备及其端点信息表

[0079]

设备类型	设备编码	首端端点编码	首端端点所属连接点	末端端点编码	末端端点所属连接点编码
母线段	220M1	220M1T	S2CN1	--	--
	220M2	220M2T	S2CN2	--	--
	10M1	10M1T	S2CN12	--	--
开关	2201	2201F	S2CN3	2201T	S2CN4
	2202	2202F	S2CN6	2202T	S2CN7
	1001	1001F	S2CN10	1001T	S2CN11
	1002	1002F	S2CN13	1002T	S2CN14
刀闸	22011	22011F	S2CN1	22011T	S2CN3
	22012	22012F	S2CN2	22012T	S2CN3
	22014	22014F	S2CN4	22014T	S2CN5
	22021	22021F	S2CN1	22021T	S2CN6
	22022	22022F	S2CN2	22022T	S2CN6
	22024	22024F	S2CN7	22024T	S2CN8
	10011	10011F	S2CN11	10011T	S2CN12
	10014	10014F	S2CN9	10014T	S2CN10

[0080]

	10021	10021F	S2CN12	10021T	S2CN13
	10024	10024F	S2CN14	10024T	S2CN15
变压器绕组	10T1H	50T1HT	S2CN8	--	
	10T1L	50T1LT	S2CN9	--	

[0081] 表3 10kV1002出线内设备及其端点信息表

[0082]

设备类型	设备编码	首端端点编码	首端端点所属连接点	末端端点编码	末端端点所属连接点编码
开关	SW1	SWF	F1CN1	SWT	F1CN2
	SW2	SWF	F1CN3	SWT	F1CN4
负荷	L1	L1T	F1CN4	--	

[0083] 注:负荷是单端设备,只有一个端点,用首端节点编码标示,末端节点编码为空。

[0084] 3) 线路、两端端点以及所属连接点信息如表4所示。

[0085] 表4线路及其端点信息表

[0086]

设备类型	设备编码	首端端点编码	首端端点所属连接点	末端端点编码	末端端点所属连接点编码
线路	5L1	5L1F	--	5L1T	S1CN2
	5L2	5L2F	--	5L2T	S1CN3
	5L3	5L3F	--	5L3T	S1CN6
	22L1	22L1F	S1CN11	22L1T	S2CN5
	10L1	10L1F	S2CN15	10L1T	F1CN1
	10L2	10L2F	F1CN2	10L2T	F1CN3

[0087] 注:500kV线路5L1、5L2和5L3的首端连接到其它的变电站,不在图2所示的电力系统中,首端端点所属连接点为空。

[0088] 步骤2:母线段上创建电压量测,开关上创建功率量测、电流量测,开关状态等遥信量测。

[0089] 变电站1内母线段500M1、500M2、220M1、220M2、220M3上创建电压量测量,开关5011、5012、5013、5021、5022、5023、2201、2202上创建有功、电流量测量以及开关状态等相关遥信量量测;变电站2内母线段220M1、220M2、10M1上创建电压量测量,开关2201、2202、1001、1002上创建有功、电流量测量以及开关状态等相关遥信量量测;配电线路即10kV1002出线线路的开关SW1、SW2上创建有功、电流量测量以及开关状态等相关遥信量量测。

[0090] 步骤3:量测映射:把开关的功率、电流等模拟量量测映射到其连接的线路、变压器绕组、负荷、发电机、电容器、电抗器等设备;

[0091] S3.1线路量测映射处理;

[0092] (1) 500kV线路量测映射处理,即线路5L1、5L2、5L3量测映射处理,以线路5L1来说明处理步骤

[0093] 对于给定的线路5L1,因该线路首端不在图2所示的电力系统范围内,线路首端的量测映射不需要处理,只需要处理线路末端的量测映射,把端点集合tjset清空后进行步骤

2) 到步骤16) 的处理:

[0094] 1) 线路5L1末端没有建立功率、电流等量测量,即线路末端没有关联功率、电流量测,则进行步骤2) 到步骤9) 的处理;

[0095] 2) 获取线路5L1末端的端点得到变电站1内的端点5L1T,获取变电站1内的端点5L1T所属连接点得到变电站1内的连接点S1CN2;

[0096] 3) 获取变电站1内的连接点S1CN2包含的端点得到变电站1内的端点5L1T、5011T和5012F;

[0097] 4) 对上面步骤3) 得到每一个端点,即对变电站1内的端点5L1T、5011T和5012F分别进行如步骤5) 到步骤8) 的处理;

[0098] 5) 对变电站1内的端点5L1T,5011T和5012F,获取端点所属设备,分别得到线路5L1、开关5011、5012;

[0099] 上面步骤5) 得到的三个设备,对于线路5L1不处理,对于开关5011和5012则进行步骤6) 和步骤7) 的处理;

[0100] 6) 把开关开关5011和5012上的功率、电流量测映射到线路5L1的末端;

[0101] 7) 设置线路5L1末端量测映射已经处理标志;

[0102] 步骤5) 得到的三个设备中没有刀闸设备,不需要进行如下步骤8) 的处理;

[0103] 8) 获取该刀闸的另一个端点tj,把端点tj放入端点集合tjset中;

[0104] 9) 线路5L1末端端点所属连接点包含的端点按照上面的步骤5) 到步骤8) 处理完成后,该线路末端量测映射已经处理标志已经设置,不需要进行后续步骤的处理。

[0105] 按照上面步骤1) 到步骤9) 的方法进行处理,即完成了线路5L1末端量测映射的处理,线路5L1末端量测映射到5011和5012两个开关上的相应量测;

[0106] 对于线路5L2和5L3,按照上面的步骤1) 到步骤9) 进行量测映射处理,得到线路5L2末端量测映射到5012和5013两个开关上的相应量测,线路5L3末端量测映射到5021和5022两个开关上的相应量测。

[0107] (2) 220kV线路量测映射处理,即线路22L1线路量测处理

[0108] 对于给定的线路22L1进行如下处理:

[0109] 1) 线路22L1首端没有建立功率、电流等量测量,即线路首端没有关联功率、电流量测,把端点集合tjset清空后进行步骤2) 到步骤16) 的处理:

[0110] 2) 获取线路22L1首端的端点得到变电站1内的端点22L1F,获取变电站1内的端点22L1F点所属连接点得到变电站1内的连接点S1CN11;

[0111] 3) 获得变电站1内的连接点S1CN11包含的端点得到变电站1内的端点22L1F、22013T和22014T;

[0112] 4) 对步骤3) 得到每一个端点,即对变电站内的端点22L1F、22013T和22014T进行如步骤5) 到步骤8) 的处理;

[0113] 5) 获取变电站内的端点22L1F、22013T和22014T所属的设备得到220kV线路22L1F、变电站1内的刀闸22013和刀闸22014;得到的三个设备都不是开关,不进行步骤6) 和步骤7) 的处理:

[0114] 6) 该设备的功率、电流量测映射到当前处理线路的首端,即当前处理线路首端关联该开关的功率、电流量测量;

- [0115] 7) 设置该线路首端量测映射已经处理标志；
- [0116] 对于得到三个设备中的刀闸，即变电站1内的刀闸22013和刀闸22014，进行步骤8)的处理：
- [0117] 8) 获取变电站1内的刀闸22013另一侧的端点得到变电站1内的端点22013F，获取变电站1内的刀闸22014另一侧的端点得到变电站1内的端点22014F，把变电站1内的端点22013F和22014F放入端点集合tjset中；
- [0118] 9) 线路22L1首端端点所属连接点包含的端点按照上面的步骤5) 到步骤8) 处理完成后，因为执行步骤6) 和步骤7)，该线路首端量测映射已经处理标志未设置，进行步骤10) 到步骤16) 的处理；
- [0119] 10) 对端点集合tjset中的每一个端点，即变电站1内的端点22013F和22014F进行步骤11) 到步骤16) 的处理，这里以端点22013F为了说明具体的处理。
- [0120] 11) 获取变电站1内的端点22013F所属的连接点得到变电站1内的连接点S1CN12；
- [0121] 12) 变电站1内的连接点S1CN12所包含的所有端点得到变电站1内的端点22013F、22023F和220M3T；
- [0122] 13) 对步骤12) 得到每一个端点，即对变电站1内的端点22013F、22023F和220M3T进行如下处理：
- [0123] 14) 获取变电站1内的端点22013F、22023F和220M3T所属设备得到变电站1内的刀闸22013、刀闸22023和母线段220M3；
- [0124] 得到三个设备都不是开关，则不需要进行步骤15) 和步骤16) 的处理；
- [0125] 15) 该设备的功率、电流量测映射到当前处理线路的首端，即当前处理线路首端关联该开关的功率、电流量测量；
- [0126] 16) 跳出步骤13) 循环，即不再对后续未处理的端点进行处理；对端点集合tjset中其余的端点，即对变电站1内的端点22014F完成上面步骤11) 到步骤16) 同样处理，即完成了线路22L1首端量测映射的处理，处理结果为线路22L1首端功率和电流量测映射到变电站1的开关2201上的对应量测。
- [0127] 17) 22L1末端的量测映射，同样按照上面步骤1) 到步骤16) 的方法进行处理，完成线路22L1末端的量测映射处理，处理结果为线路22L1末端功率和电流量测映射到变电站2的开关2201上的对应量测。
- [0128] (3) 10kV线路量测映射处理，即线路10L1和10L2量测映射处理
- [0129] 对10kV线路10L1和10L2量测映射按照与上面220kV线路22L1
- [0130] S3.2变压器量测映射处理
- [0131] 按照与上面S3.1中搜索500kV线路SL1末端连接的开关相同的处理步骤进行处理，可以搜索到变压器绕组连接的开关，把开关上的功率、电流量测映射到变压器绕组上即完成了变压器绕组量测映射的处理。具体映射处理结果为：变电站1的变压器50T1高压绕组连接的开关是5022和5023，开关5022和5023上的功率和电流量测映射到该高压绕组上，变压器50T1低压绕组连接的开关是2202，开关2202上的功率和电流量测映射到该低压绕组上；变电站2的变压器10T1高压绕组连接的开关是变电站2内的开关2202，该开关上的功率、电流量测映射到该变压器高压绕组上，变压器10T1低压绕组连接的开关是变电站2内的开关1001，该开关上的功率、电流量测映射到该变压器低压绕组上。

- [0132] S3.3负荷量测映射处理；
- [0133] 与S3.2同样的处理方式完成负荷的映射处理，负荷L1连接的开关是10kV1002出线内的开关SW2，该开关上的功率、电流量测映射到该负荷上。
- [0134] S3.4发电机量测映射处理；
- [0135] 图2所示的电力系统无发电机设备，无需处理。
- [0136] S3.5并联电容器量测映射处理；
- [0137] 图2所示的电力系统无电容器设备，无需处理。
- [0138] S3.6并联电抗器量测映射处理。
- [0139] 图2所示的电力系统无电抗器设备，无需处理。

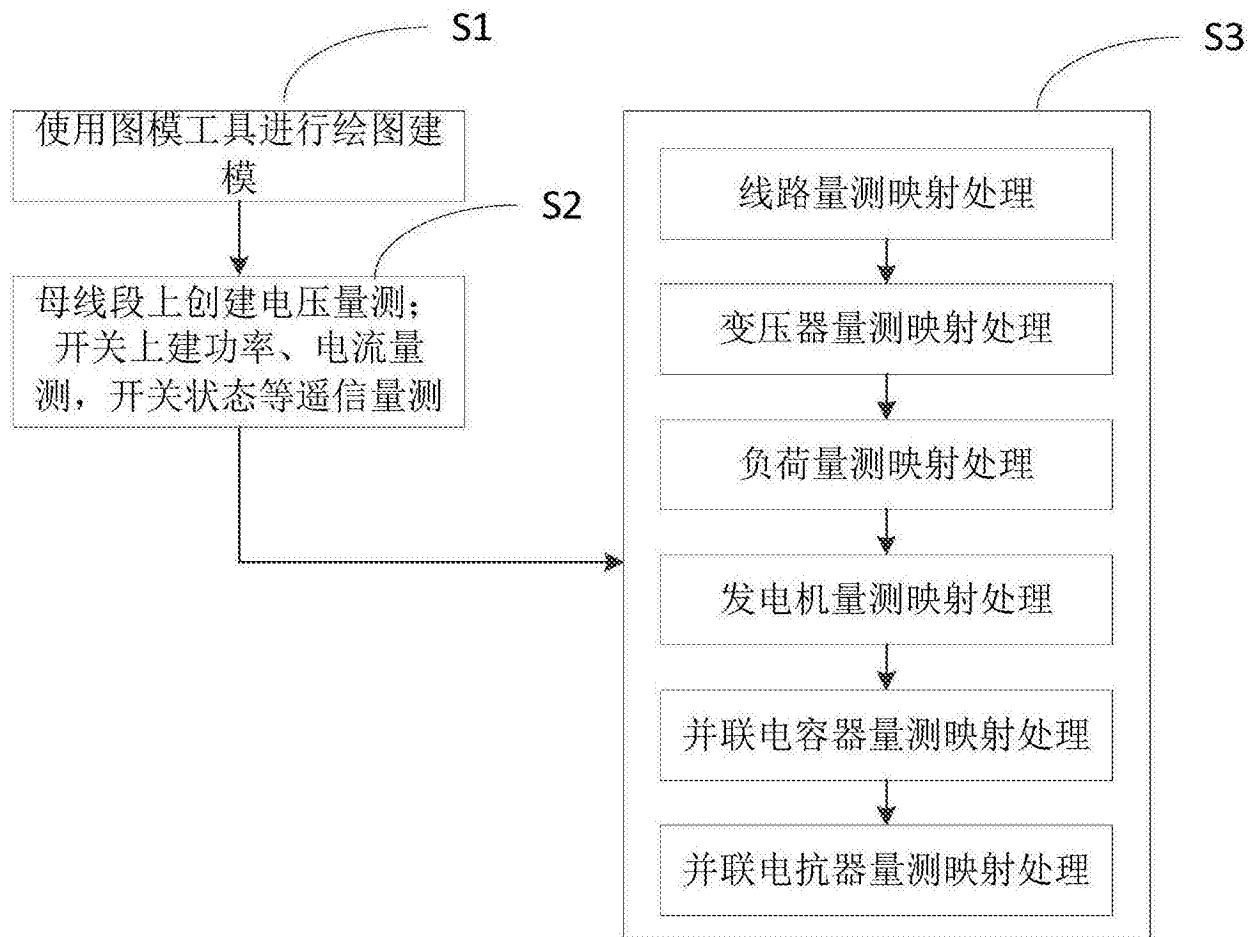


图1

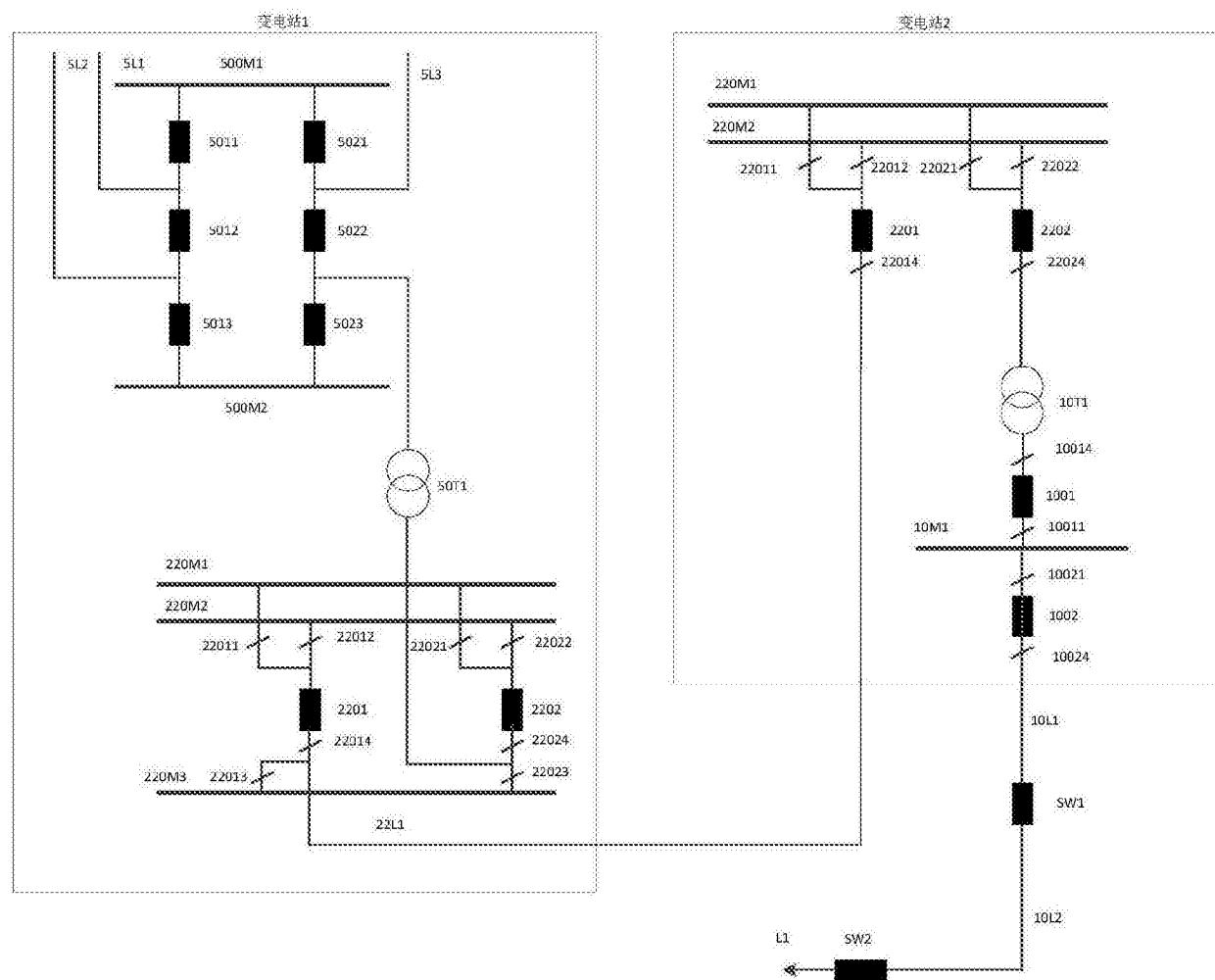


图2

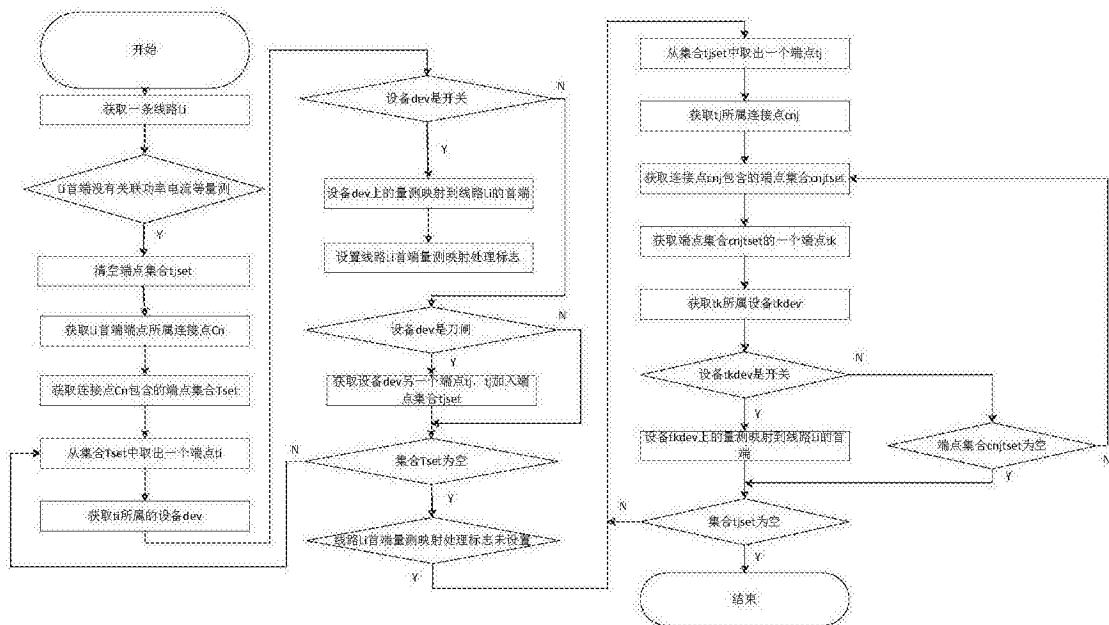


图3