



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102184209 A

(43) 申请公布日 2011.09.14

(21) 申请号 201110111335.7

(22) 申请日 2011.04.29

(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

(72) 发明人 郎燕生 王磊 邢颖

(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.

G06F 17/30(2006.01)

G06Q 50/00(2006.01)

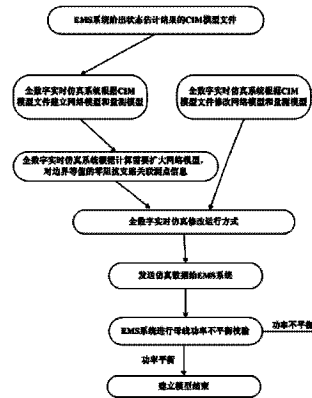
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种基于 CIM 电网模型接口的仿真数据接入方法

(57) 摘要

本发明提出了基于 CIM 电网模型将 EMS 系统中实时数据的状态估计结果接入全数字实时仿真系统的接口方法,即把 EMS 系统电网模型和遥测信息-设备关系表根据 CIM 模型导出规范输出为格式数据文件,电力系统全数字实时仿真系统通过数据接口读入 CIM 文件形成计算数据库,用该数据库进行的电力系统模拟仿真数据可直接传输回给 EMS 系统进行校验,具有多系统联合调试、数据精度高、传输速度快的优点;首次为大电网在线安全分析与预警控制提供了可靠的数据基础和统一的网络模型,突破离线计算与在线计算模型不统一无法比较计算结果的瓶颈,实验证明电力系统全数字实时仿真系统基于 EMS 系统的 CIM 模型导出规范建立的量测模型的正确和统一性。



1. 一种基于 CIM 电网模型接口的仿真数据接入方法,其特征在于包括以下步骤:

(1) 能量管理系统 EMS 为在线系统,利用能量管理系统 EMS 对某一时刻的数据采集监控 SCADA 的断面进行状态估计;

(2) 将 EMS 系统状态估计的结果根据电网公共信息模型 CIM 导出规范生成模型文件,放在固定的目录下;

(3) 全数字实时仿真系统根据电网公共信息模型 CIM 文件建立电网模型;

(4) 全数字实时仿真系统根据自己的计算需要扩大网络模型时需要对扩大边界的模型进行等值;

(5) 全数字实时仿真系统把修改运行方式后的量测值通过 SCADA 传给 EMS 系统,EMS 系统再次进行每条计算母线功率平衡的计算;

(6) EMS 系统把功率不平衡量提供给全数字实时仿真系统;

(7) 全数字实时仿真系统导出自己的网络模型与 EMS 系统进行比较,检查是否和 EMS 系统设备所关联的量测点完全相同,当两个系统中发生量测与元件对应关系不一致时,检查 EMS 系统量测关联是否唯一;检查两个系统网络拓扑结构是否完成一致,边界量测模型的处理是否匹配,修改网络拓扑不同的地方;

(8) 全数字实时仿真系统的网络拓扑和 EMS 完全一致后,就可通过 SCADA 系统定时给 EMS 系统发送仿真数据。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于进一步包括以下步骤:

1) EMS 系统导出为 CIM 模型;

基于以上列出的 CIM 模型导出规范,EMS 系统导出的 CIM 模型不仅包括电网主要设备的参数、设备的拓扑连接关系、遥信遥测数据,而且包括了设备与遥信遥测的关联关系,EMS 系统数据库使用这种关联关系快速获取电网量测设备采集的实时遥信遥测;同时,EMS 系统根据周期启期设定的周期,定时输出 CIM 模型文件,记录不同时刻电网运行的状态,并提供给全数字实时仿真系统计算模拟计算使用;

具体包括内容如下:

各个设备的电气连接关系,各个厂站中各元件所属的电压等级和计算节点,各厂站的计算母线,每个计算母线上所连接的设备及设备的运行状态;

状态估计计算辨识出实时数据中量测坏数据,并给出正确的量测值,生成遥测值与各元件正确的映射关系;

给出各种设备的计算参数,包括线路的电阻、电抗、充电电容;变压器各侧的电阻、电抗、变比,调压方式、分接头位置;机组的厂用电百分比;电容电抗器的额定电压等,以及各种设备的限值;直流设备的参数及限值;

将 EMS 系统中状态估计的结果输出为 CIM 模型规范的文本,放在固定的目录下;

2) 全数字实时仿真系统读入 CIM 模型形成数据库;

因为 CIM 模型定义的电网公共模型信息非常全面,全数字实时仿真系统通过数据接口读入 EMS 系统导出的 CIM 模型数据形成自己的数据库,数据库和 EMS 的遥测遥信是相同的内容,具体包括:

元件表中的元件和元件个数;

元件关联的量测点,量测点的测点名称;

元件关联的计算节点；
元件的各种计算参数；
开关和开关个数,遥信状态,遥信点名称；
等值机组和等值负荷；

由于EMS系统中导出的CIM模型过滤掉了量测坏数据,因此,根据状态估计的结果给出的量测值更满足潮流解的约束条件,对于电力系统暂态仿真计算时会更容易收敛;同时又提供的网络拓扑结构,使得全数字实时仿真系统可以方便地根据CIM文本进行网络建模,这样保证两个系统的边界保持一致;

根据以上EMS基于CIM导出的模型,从而建立和EMS相同的网络拓扑关系;

3) 全数字实时仿真系统将模拟数据传送给EMS系统;

由于CIM模型中定义了设备与遥信遥测的关联关系和EMS系统中的相同,从而全数字实时仿真系统模拟的遥信遥测数据通过网络协议的方式,方便快速的传送给EMS系统的设备,从而避免手工对照遥测遥信表的工作。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于:

对于EMS系统与扩大模型后的全数字实时仿真系统的边界需要进行量测模型的匹配,否则由全数字实时仿真系统经过SCADA系统发送给EMS的量测模型就会不满足潮流解约束条件,导致计算母线上功率量测值不平衡,从而分为两种情况处理:

(1) 如果需要在变压器高压侧所连母线上增加等值机或等值负荷的话,则由EMS系统来增加,同时为增加的设备增加对应的量测点,导出CIM模型,给全数字实时仿真系统重新建立模型;

(2) 如果需要在变压器中压或低压侧扩大网络模型,包括增加中、低压侧厂站的整站网络模型,或者全网拓扑模型输入到更低一级电压等级时,EMS系统中不存在这些接线和设备,从而要求全数字仿真系统在该变压器中、低压侧分别增加零阻抗支路,支路与对应电压等级的物理母线相联接,支路功率的测点对于EMS系统来说就是变压器中、低压的量测测点,对于全数字仿真系统来说,这条支路功率就是实际变压器中、低压侧支路功率。

一种基于 CIM 电网模型接口的仿真数据接入方法

技术领域

[0001] 本发明属于电力系统领域,涉及一种基于 CIM 电网模型接口的仿真数据接入方法。

背景技术

[0002] 大电网的安全稳定经济运行和预警控制是电力系统计算领域面临的重大课题,我国已形成了世界上电压等级最高、规模最大的互联电网,为开展电力系统安全稳定分析研究,需要模拟互联大电网的各种故障和暂态过程。过去使用数模混合实时仿真系统进行模拟,但由于投资、场地的限制无法模拟超大规模的电力系统,而电力系统全数字实时仿真系统通过 EMS 系统量测状态估计结果导出的电网公共信息模型 CIM 成功解决了这个问题,为电力系统安全稳定分析和预警控制及电网规划建设提供了重要技术基础。

[0003] EMS(能量管理系统)是用于电力系统调度中心的综合自动化监视控制系统,主要包括:数据采集与监控系统、电网自动控制、网络分析与决策等几个部分,用于电网的实时监视控制和分析决策。EMS 系统侧重于现场实时运行时使用实际电网模型参数和二次设备采集的实时遥信遥测数据进行分析计算,在实验室进行模拟运行时由于和全数字实时仿真系统的模型不一致,特别是电网边界模型的处理和直流系统建模在两个系统中不一致的问题,使得 EMS 系统在使用其提供的模拟数据进行计算时花费大量的人力,计算准确度也不高。

[0004] 以前电力系统全数字实时仿真系统使用的数据库从数据结构到数据内容、设备命名与 EMS 系统的数据库都存在不一致,因此 EMS 系统在接入仿真系统模拟出的设备遥测数据和开关遥信状态时,需要开发专门的接口程序进行数据库映射,对命名不规范的设备还需要人工编写映射表,增加了接口程序的维护工作量。而且在使用中经常发现由于两个系统的数据库存在不一致,从而建立的网络模型不一致,不仅导致无法完全进行数据映射,而且全数字实时仿真系统模拟出来的电网数据不满足 EMS 系统数据库的电网潮流约束,EMS 系统使用这样的数据进行分析将极大的影响计算精度。

[0005] 为了实现电力系统中的信息和功能共享,实现对不同厂家独立开发的 EMS 系统应用的集成以及 EMS 系统和其他系统的集成,国际电工委员会(IEC)制定了 EMS 应用程序接口(EMSAPI) IEC61970 系列标准,从而促进了各应用系统之间接口的标准化工作。CIM 模型导出规范基于 IEC61970 标准,提供了一套描述电力系统的公共信息模型 CIM 和一套访问标准化数据的组件接口 CIS,基于这一标准的 CIMXML 模型交换可以实现调度控制中心内各自动化系统间对电网模型信息的共享,同时可以实现不同调度控制中心之间电网模型信息的交换。本规范是整个 EMSAPI 框架很重要的一部分,是 IEC 制定的电力系统自动化各系统的通用数据模型和数据接口,包含了基本上所有与电力生产有关的数据,为不同系统进行信息交换和访问提供一种统一的桥梁,明确了 CIM 模型导出的内容、命名及格式。

发明内容

[0006] 本发明提出一种基于 CIM 电网模型将 EMS 系统中实时数据的状态估计结果接入全数字实时仿真系统的接口方法,即把 EMS 系统的电网模型和遥测信息-设备关系表根据 CIM 模型导出规范输出为格式数据文件,电力系统全数字实时仿真系统通过数据接口读入 CIM 文件形成计算数据库,使用该数据库进行的电力系统模拟仿真数据可直接传输回给 EMS 系统进行校验,这种方法具有多系统联合调试,数据精度高,传输速度快的优点;同时,首次为大电网在线安全分析与预警控制提供了可靠的数据基础和统一的网络模型,突破了离线计算与在线计算模型不统一,无法比较计算结果的瓶颈,实验证明电力系统全数字实时仿真系统基于 EMS 系统的 CIM 模型导出规范建立的量测模型的正确性和统一性。

[0007] 依据本发明的一种基于 CIM 电网模型接口的仿真数据接入方法,包括以下步骤:

[0008] (1) 能量管理系统 EMS 为在线系统,利用能量管理系统 EMS 对某一时刻的数据采集监控 SCADA 的断面进行状态估计;

[0009] (2) 将 EMS 系统状态估计的结果根据电网公共信息模型 CIM 导出规范生成模型文件,放在固定的目录下;

[0010] (3) 全数字实时仿真系统根据电网公共信息模型 CIM 文件建立电网模型;

[0011] (4) 全数字实时仿真系统根据自己的计算需要扩大网络模型时需要对扩大边界的模型进行等值;

[0012] (5) 全数字实时仿真系统把修改运行方式后的量测值通过 SCADA 传给 EMS 系统,EMS 系统再次进行每条计算母线功率平衡的计算;

[0013] (6) EMS 系统把功率不平衡量提供给全数字实时仿真系统;

[0014] (7) 全数字实时仿真系统导出自己的网络模型与 EMS 系统进行比较,检查是否和 EMS 系统设备所关联的量测点完全相同,当两个系统中发生量测与元件对应关系不一致时,检查 EMS 系统量测关联是否唯一;检查两个系统网络拓扑结构是否完成一致,边界量测模型的处理是否匹配,修改网络拓扑不同的地方;

[0015] (8) 全数字实时仿真系统的网络拓扑和 EMS 完全一致后,就可通过 SCADA 系统定时给 EMS 系统发送仿真数据。

[0016] 还包括以下步骤:

[0017] 1) EMS 系统导出为 CIM 模型;

[0018] 基于以上列出的 CIM 模型导出规范,EMS 系统导出的 CIM 模型不仅包括电网主要设备的参数、设备的拓扑连接关系、遥信遥测数据,而且包括了设备与遥信遥测的关联关系,EMS 系统数据库使用这种关联关系快速获取电网量测设备采集的实时遥信遥测;同时,EMS 系统根据周期启期设定的周期,定时输出 CIM 模型文件,记录不同时刻电网运行的状态,并提供给全数字实时仿真系统计算模拟计算使用;

[0019] 具体包括内容如下:

[0020] 各个设备的电气连接关系,各个厂站中各元件所属的电压等级和计算节点,各厂站的计算母线,每个计算母线上所连接的设备及设备的运行状态;

[0021] 状态估计计算辨识出实时数据中量测坏数据,并给出正确的量测值,生成遥测值与各元件正确的映射关系;

[0022] 给出各种设备的计算参数,包括线路的电阻、电抗、充电电容;变压器各侧的电阻、电抗、变比,调压方式、分接头位置;机组的厂用电百分比;电容电抗器的额定电压等,以及

各种设备的限值；直流设备的参数及限值；

[0023] 将 EMS 系统中状态估计的结果输出为 CIM 模型规范的文本，放在固定的目录下；

[0024] 2) 全数字实时仿真系统读入 CIM 模型形成数据库；

[0025] 因为 CIM 模型定义的电网公共模型信息非常全面，全数字实时仿真系统通过数据接口读入 EMS 系统导出的 CIM 模型数据形成自己的数据库，数据库和 EMS 的遥测遥信是相同的内容，具体包括：

[0026] 元件表中的元件和元件个数；

[0027] 元件关联的量测点，量测点的测点名称；

[0028] 元件关联的计算节点；

[0029] 元件的各种计算参数；

[0030] 开关和开关个数，遥信状态，遥信点名称；

[0031] 等值机组和等值负荷；

[0032] 由于 EMS 系统中导出的 CIM 模型过滤掉了量测坏数据，因此，根据状态估计的结果给出的量测值更满足潮流解的约束条件，对于电力系统暂态仿真计算时会更容易收敛；同时又提供的网络拓扑结构，使得全数字实时仿真系统可以方便地根据 CIM 文本进行网络建模，这样保证两个系统的边界保持一致；

[0033] 根据以上 EMS 基于 CIM 导出的模型，从而建立和 EMS 相同的网络拓扑关系；

[0034] 3) 全数字实时仿真系统将模拟数据传送给 EMS 系统；

[0035] 由于 CIM 模型中定义了设备与遥信遥测的关联关系和 EMS 系统中的相同，从而全数字实时仿真系统模拟的遥信遥测数据通过网络协议的方式，方便快速的传送给 EMS 系统的设备，从而避免手工对照遥测遥信表的工作。

[0036] 其中，对于 EMS 系统与扩大模型后的全数字实时仿真系统的边界需要进行量测模型的匹配，否则由全数字实时仿真系统经过 SCADA 系统发送给 EMS 的量测模型就会不满足潮流解约束条件，导致计算母线上功率量测值不平衡，从而分为两种情况处理：

[0037] (1) 如果需要在变压器高压侧所连母线上增加等值机或等值负荷的话，则由 EMS 系统来增加，同时为增加的设备增加对应的量测点，导出 CIM 模型，给全数字实时仿真系统重新建立模型；

[0038] (2) 如果需要在变压器中压或低压侧扩大网络模型，包括增加中、低压侧厂站的整站网络模型，或者全网拓扑模型输入到更低一级电压等级时，EMS 系统中不存在这些接线和设备，从而要求全数字仿真系统在该变压器中、低压侧分别增加零阻抗支路，支路与对应电压等级的物理母线相联接，支路功率的测点对于 EMS 系统来说就是变压器中、低压的量测测点，对于全数字仿真系统来说，这条支路功率就是实际变压器中、低压侧支路功率。

[0039] 本发明的有益效果是：

[0040] 1) CIM 模型接入法比较数据映射表法，接入实现方法更简单，传送效率更高；

[0041] 2) 由于两个系统的模型完全一致，模拟数据的计算精度大幅提高；

[0042] 3) 数据库的维护工作量大大减少，只需维护好一个数据库，另一个数据库可以直接继承使用；

[0043] 4) EMS 系统可以提供周期计算结果导出的 CIM 模型提供给全数字实时仿真系统根据不同时刻的需要进行仿真计算；

[0044] 5) 由于 EMS 系统生成了网络拓扑结构关系,所以全数字仿真系统不用再进行拓扑分析就可以直接读取 CIM 模型中的记录直接进行各种运行方式的计算,提高计算效率;

[0045] 6) 由于两个系统的采用同一个拓扑模型,如果全数字仿真系统改变运行方式,或者对系统的边界进行等值处理时不改变边界潮流的解约束条件,其仿真数据传送给 EMS 系统进行计算使用时都不影响收敛性和计算准确性。

[0046] 7) 如果全数字仿真系统需要增加元件,扩大电网规模时,只要处理好同 EMS 系统的边界量测模型值,就可以随意扩展网络模型,同时其扩展模型后的计算结果传送给 EMS 系统后也不影响计算。

附图说明

[0047] 下面结合附图对本发明进一步说明。

[0048] 图 1 是依据本发明的网络模型和量测模型建立的流程图

[0049] 图 2 是 CIM 模型和两个系统关系图。

具体实施方式

[0050] 以前 EMS 系统在接入仿真系统模拟数据时,采用的接口方式是数据映射,使用名称映射表把两套数据源强制关联在一起,如果两套数据源不一致或者名称发生变化时,可能导致映射错误;而且一套数据如果进行了修改,另一套数据也必须做同样的修改才能保证映射成功,增加了一倍的数据维护工作量。

[0051] 现在将 EMS 系统的计算数据库作为数据源,EMS 系统中状态估计功能不但形成了在线运行的网络拓扑结构,而且可以将其辨识出实时数据中的不良数据剔除,再将 EMS 系统的电网模型和辨识后的遥信遥测信息-设备关系表输出为 CIM 格式文件,电力系统全数字实时仿真系统通过数据接口读入 CIM 文件形成计算数据库,使用该数据库进行的电力系统模拟仿真数据可直接按 CIM 文件提供的遥信遥测信息-设备关系表传输给 EMS 系统使用,不需要再进行数据库映射。由于两个系统的数据库完全一致,统一了全数字实时仿真系统模拟出来的电网数据和 EMS 系统的电网数据,这样全数字实时仿真系统无论怎么样修改电网的运行方式,都可以完全满足 EMS 系统数据库的电网潮流约束,EMS 系统的计算分析精度也将大大提高。

[0052] 公共信息模型 (CIM) 是描述电力系统元件的开放性标准。此标准提供了一套面向对象的电力系统公共信息的模型,由于模型的抽象性,使得它与实现语言无关。CIM 包括类 (class),类之间的关系例如继承 (inheritance)、关联 (association) 和聚集 (aggregation),以及类中的属性。以此为基础,这套模型可以描述电力系统的物理设备类如断路器 (Breaker)、变压器 (PowerTransformer)、补偿器 (Compensator) 等,也可以描述公司 (Company)、子控制区 (SubControlArea) 等电力系统管理类,因此, CIM 可以覆盖整个电网控制中心应用中的公共信息部分。

[0053] CIM 由一组包 (package) 组成。包是将相关模型元件人为分组的方法,主要是为了模型易于设计,理解与组织。由于 IEC 61970CIM 标准中包含的内容很多,但实际 CIM 模型交换仅涉及到其中的一部分。为了统一对 CIM 的理解,提高 CIM 模型交换的实用化和工程化,从 CIM 标准中遴选了可能需要的部分加以描述。这里定义了需要的类、属性以及作用,包括

固有属性、继承属性、固有作用和继承作用。其中, Naming.pathname, Naming.aliasName, Naming.description 是推荐的属性,并不是必须的。实际上,并不是每个模型都包含所有的类,也并不是每个类都必须包含所有的属性和作用。

[0054] 通过 CIM 中类与类之间的关联关系,可以形成使用于不同应用的模型视图,下面列举出 CIM 模型导出所需要包含的 CIM 类,属性和关联。

[0055] 1. Core 包

[0056] 包含所有应用共享的核心的 PowerSystemResource 和 ConductingEquipment 实体,以及这些实体的常见的组合。并不是所有的应用都需要所有的 Core 实体。

[0057] ▶基准电压类——基准电压的集合,用于验证 CIM 中 BusbarSection.BaseVoltage 和其它电压属性,已被赋予存在于集合里的值。

[0058] ▶间隔类——电力系统资源(在一个给定的变电站内)的一个集合,包括设备、保护继电器、量测量和远程测控。

[0059] ▶公司类——一个公司是拥有和运行电力系统资源的一个合法实体,是交换和输电合同的当事人之一。

[0060] ▶子控制区类——为跟踪通过联络点与周围区域交换功率而定义的一个区域。

[0061] ▶变电站类——一组设备的集合,其目的不是发电或用电,而是为了开关或修改特性的目的而让大量电能通过它。

[0062] ▶端点类——导电设备的电气连接点。端点连接于称为“连接节点(connectivity nodes)”的物理连接点。

[0063] ▶电压等级类——在同一个系统电压下的设备集合,形成一套开关设备(SwitchGear)。设备一般包括断路器、母线段、仪器、控制、调节和保护设备以及所有这些的组合。

[0064] 2. Topology 包

[0065] 拓扑包是核心包 Core 的扩展,它与 Terminal 类一起建立连接模型,即设备是如何连接在一起的物理定义。另外它还建立拓扑模型,即设备是如何通过闭合的开关连接在一起的逻辑定义。拓扑定义与其它电气特性无关。

[0066] ▶连接节点类——连接节点是这样的一些点,在这些点上导电设备的端点通过零阻抗连接在一起。

[0067] 3. Wires 包

[0068] 核心包 Core 和拓扑包 Topology 的扩展,它建立输电和配电网络的电气特性信息的模型。该包由网络应用软件,如状态估计、潮流、优化潮流等使用。

[0069] ▶交流线段类——一段导线或一组电气特性相同的导线,组成一个简单的电气系统,用来在电力系统的各点之间传输交流电流。

[0070] ▶断路器类——一种机械切换设备,能在正常电路条件下接通、承载和切断电流,也可以在指定的异常电路条件下,例如在短路情况下,在规定的时间内接通和承载电流以及切断电流。属性 typeName 是断路器的类型,如油开关、空气开关、真空开关、六氟化硫开关。

[0071] ▶母线段类——母线段是一个或一组可忽略阻抗的导体,用于连接一个变电站内的其它导电设备。电压量测通常是通过连接在母线段的电压互感器得到的。一个母线段可

以有很多物理端点,但分析时只用一个逻辑端点来模拟。属性 `typeName` 指明母线段的类型,如主母线、旁路母线。

[0072] ▶补偿器类——一个并联或串联电容器,或可切换的并联或串联电容器组。电容器组的并联或串联应用取决于它在网络中的连接。一个并联补偿器只有一个端点(隐含接地),串联补偿器有两个端点。

[0073] ▶刀闸类——一种手动或电动的机械切换装置,用于改变电路接线或从电源隔离某个电路或设备。当断开或闭合电路时要求它只断开或闭合可忽略的电流。

[0074] ▶电能用户类——一般的电能用户——电力系统模型中的一个用电节点。

[0075] ▶电力变压器类——由两个或多个耦合绕组组成的一种电气设备,可以有一个铁芯或者无铁芯,用来在电路之间形成相互耦合。变压器可用来控制电压和移相(有功潮流)。

[0076] ▶静止无功补偿器类——提供可变、可控的并联无功的一种设备。SVC 典型地由一台降压变压器、滤波器、可控硅控制的电抗器和可控硅切换的电容器臂组成。

[0077] ▶同步电机类——一种和电网同步运行的机电设备,是一台单独的电机,以发电机、同步调相机或水泵方式运行。

[0078] ▶分接头调节器类——改变变压器绕组分接头位置的装置。属性 `typeName` 表示调节器的类型,标明为“固定的(Fixed)”或“LTC”。

[0079] ▶变压器绕组类——一个绕组和一个变压器(或移相器)定义的某个端子相关联。

[0080] 4. LoadModel 包

[0081] 本包负责用曲线和关联的曲线数据来建模能量用户和系统负荷。还包括能够影响负荷的特殊情况如季节和日类型。这些信息由负荷预报和负荷管理应用程序使用。

[0082] ▶等值负荷类——输电或配电电压等级的电能用户的通用等值模型。它可以处于负荷管理下,并且可以有冷态负荷启动特性。

[0083] 5. Meas 包

[0084] 包含描述不同应用之间交换的动态量测数据的实体。

[0085] ▶限值类——为量测指定一个限值。一个量测通常有几个限值,这些限值保存在 `LimitSet`(限值集)类中。一个 `Limit` 实例的实际意义和使用(即它是一个警报或警告极限,或者是一个上限或下限)无法从 `Limit` 类中得知。然而 `Limit` 的实例的名字可以表明它的意义和用途。

[0086] ▶限值集类——给一个量测指定关联的一组限值。根据季节或其他的变化情况,一个量测可以有多个限值集。这种情况用名字和描述属性来表征。相同的限值集可以用于多个量测,特别是百分比限值。

[0087] ▶量测类——一个量测类描述任何一个测量的、计算的或者非测量非计算的量。任何一个设备都可以包含量测,例如,一个变电站可以有温度量测和门开指示,一台变压器可以有油温和油箱压力量测,一个间隔可以包含许多潮流量测,一个断路器可以包含开关状态量测。

[0088] ▶量测类型类——指定量测的类型,例如,户内温度、户外温度、母线电压、发电机电压、线路潮流等等。`MeasurementType.name` 在所有指定的类型中必须唯一并描述类型。`MeasurementType.aliasName` 用于本地化。

[0089] ▶量测值类——量测的当前状态。一个状态值是来自特定源的一个量测实例。量测可以与多个状态值关联,每一个表示该量测的一个不同的源。

[0090] ▶量测值来源类——量测值来源类描述了更新量测值的可选来源,其使用约定在 IEC61970 标准的本部分的导论部分描述。

[0091] 6. Generation 包

[0092] ▶水力发电机组类——原动机是水轮机(如 Francis, Pelton, Kaplan)的发电机组。

[0093] ▶火电机组类——原动机是汽轮机,燃气轮机或柴油机的发电机组。

[0094] 依据本发明的方法实现方法详述:

[0095] 1) EMS 系统导出 CIM 模型;

[0096] 基于以上列出的 CIM 模型导出规范, EMS 系统导出的 CIM 模型不仅包括电网主要设备的参数、设备的拓扑连接关系、遥信遥测数据,而且包括了设备与遥信遥测的关联关系, EMS 系统数据库使用这种关联关系可以快速获取电网量测设备采集的实时遥信遥测;同时, EMS 系统可以根据周期启期设定的周期,定时输出 CIM 模型文件,记录不同时刻电网运行的状态,并提供给全数字实时仿真系统计算模拟计算使用。

[0097] 具体包括内容如下:

[0098] ▶各个设备的电气连接关系,各个厂站中各元件所属的电压等级和计算节点,各厂站的计算母线,每个计算母线上所连接的设备及设备的运行状态;

[0099] ▶状态估计计算辨识出实时数据中量测坏数据,并给出正确的量测值,生成遥测值与各元件正确的映射关系;

[0100] 1. 线路——线路首末端量测,每条线路对应两条线端(只连接一个计算节点),每个线端对应有功功率和无功功率两个测点;

[0101] 2. 变压器——三卷变变压器对应三个两卷变,对于每个两卷变都对应两个变压器端(只连接一个计算节点),其中一端必为中性点,另一端对应高、中、低电压等级,因此每个两卷变中性点没有量测点,另一端对应高、中、低电压等级侧分别关联变压器高压侧有功功率、无功功率;中压侧有功功率、无功功率;低压侧有功功率、无功功率测点。两卷变同三卷变拆分为两卷变之后的量测关联相同。

[0102] 3. 发电机——每个机组关联有功无功两个量测,机组必须有量测。

[0103] 4. 负荷——对于直接连接在高压母线上的负荷关联有功功率、无功功率两个测点,对于挂在变压器中、低压侧的等值负荷不关联量测,通常由 EMS 自己处理。

[0104] 5. 电容电抗器——关联一个无功功率量测。

[0105] ▶给出各种设备的计算参数,包括线路的电阻、电抗、充电电容;变压器各侧的电阻、电抗、变比,调压方式、分接头位置;机组的厂用电百分比;电容电抗器的额定电压等,以及各种设备的限值;直流设备的参数及限值。

[0106] ▶将 EMS 系统中状态估计的结果输出为 CIM 模型规范的文本,放在固定的目录下。

[0107] 2) 全数字实时仿真系统读入 CIM 模型形成数据库;

[0108] 因为 CIM 模型定义的电网公共模型信息非常全面,全数字实时仿真系统可以通过数据接口读入 EMS 系统导出的 CIM 模型数据形成自己的数据库,数据库和 EMS 的遥测遥信是一样的内容:

- [0109] ▶元件表中元件和元件个数；
- [0110] ▶元件关联的量测点,量测点的测点名称；
- [0111] ▶元件关联的计算节点；
- [0112] ▶元件的各种计算参数；
- [0113] ▶开关和开关个数,遥信状态,遥信点名称；
- [0114] ▶等值机组和等值负荷；

[0115] 由于EMS系统中导出的CIM模型过滤掉了量测坏数据,因此,根据状态估计的结果给出的量测值更满足潮流解的约束条件,对于电力系统暂态仿真计算时会更容易收敛;同时又提供的网络拓扑结构,使得全数字实时仿真系统可以方便地根据CIM文本进行网络建模,这样可以保证两个系统的边界保持一致,使得全数字仿真系统在进行模拟仿真计算时快速,精确,并提高计算收敛性。

[0116] 对边界模型的处理：

[0117] 如果全数字实时仿真系统中需要扩大网络模型时,这个网络模型的扩大是指增加更多电压等级的设备,EMS系统的模型只包括500KV及以上的电网,而由于暂态稳定计算的要求,需要增加220KV或110KV及以上的电网时,这时在全数字实时仿真系统中的元件表和电压等级表中的记录必然就比EMS系统中的多,在这种情况下,需要对两个系统的边界进行等值。等值的方法就是EMS系统不需要做任何更改,在全数字实时仿真系统中从500KV电网每台变压器中压侧或低压侧(根据增加的网络的母线电压等级决定)增加一条零阻抗支路,这条支路的首端量测点对应EMS系统中变压器高压侧的量测点,末端到首端量测点的反向量测,这条支路连接下一电压等级的物理母线,下一电压等级的物理母线的接线按实际厂站接线接入,这样就可以把下一电压等级物理母线上所连接的所有设备都加在全数字实时仿真系统中,当进行计算时,只要把这条零阻抗支路的功率传给EMS系统中变压器的高压侧即可满足边界潮流解约束条件。同理,如果变压器中压侧和低压侧都需要扩大到更低电压等级的网络模型是,只需要在EMS系统中增加变压器中压侧和低压侧的侧点,在全数字实时仿真系统中的处理方法同上。

[0118] 根据以上EMS基于CIM导出的模型,就可以建立和EMS一样的网络拓扑关系。

[0119] 3) 全数字实时仿真系统将模拟数据传送给EMS系统；

[0120] 由于CIM模型中定义了设备与遥信遥测的关联关系和EMS系统中的相同,因此全数字实时仿真系统模拟的遥信遥测数据就可以通过网络协议的方式,方便快速的传送给EMS系统的设备,从而避免手工对照遥测遥信表的工作,而且在全数字实时仿真系统中无论怎么样改变电网的运行方式,或者扩大网络模型,只要按以上的方法进行等值和量测点模型的对应,由于EMS系统没有改变边界潮流解的约束条件,两个系统的计算都会得到很好的收敛性,并且两个系统的支路功率相差在10KW以内。

[0121] 具体的实施步骤如图1所示：

- [0122] 1. EMS系统是在线系统,对某一时刻的SCADA的断面进行状态估计；
- [0123] 2. 将EMS系统状态估计的结果导成CIM模型文件,放在固定的目录下；
- [0124] 3. 全数字实时仿真系统根据CIM模型文件建立电网模型；
- [0125] 4. 全数字实时仿真系统根据自己的计算需要扩大网络模型,并对边界进行等值；
- [0126] 5. 全数字实时仿真系统把修改运行方式后的量测值通过SCADA传给EMS系统,EMS

系统再次进行功率平衡的计算；

[0127] 6. EMS 系统把功率不平衡量提供给全数字实时仿真系统；

[0128] 7. 全数字实时仿真系统导出自己的网络模型与 EMS 系统进行比较, 检查是否和 EMS 系统设备所关联的量测点完全相同, 修改网络拓扑不一样的地方；

[0129] 8. 全数字实时仿真系统的网络拓扑和 EMS 完全一致后, 就可以按照图 2 通过 SCADA 系统定时给 EMS 系统发送仿真数据了。

[0130] 此处已经根据特定的示例性实施例对本发明进行了描述。对本领域的技术人员来说在不脱离本发明的范围下进行适当的替换或修改将是显而易见的。示例性的实施例仅仅是例证性的, 而不是对本发明的范围的限制, 本发明的范围由所附的权利要求定义。

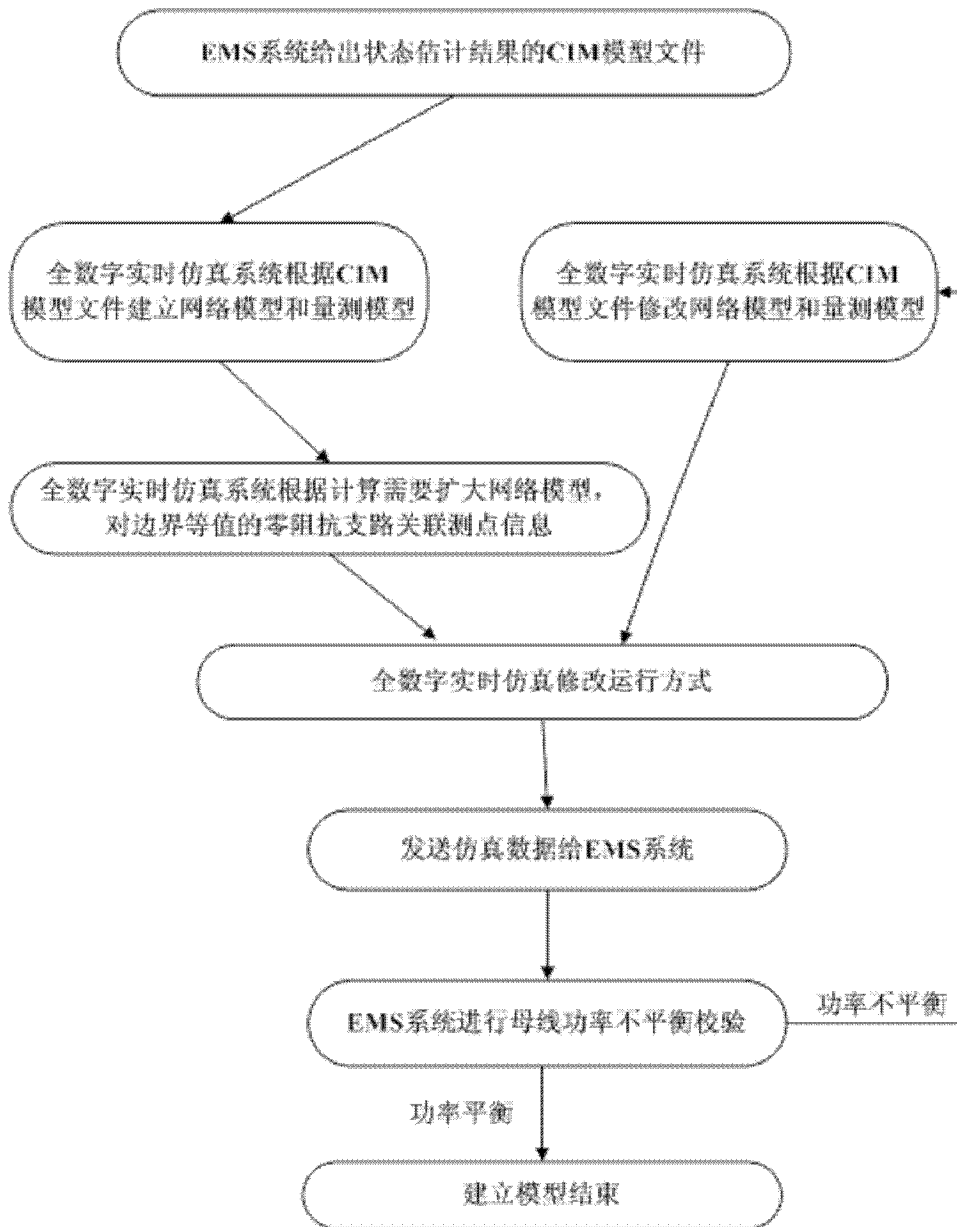


图 1

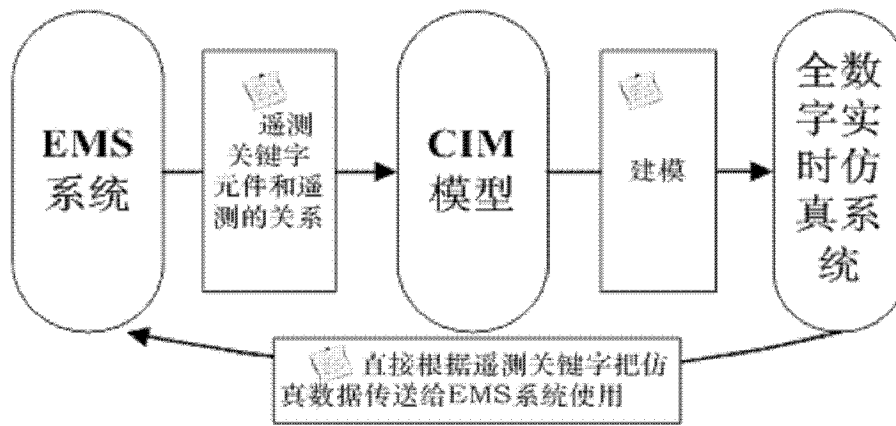


图 2