(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110162843 A
(43)申请公布日 2019.08.23

(21)申请号 201910349184.5

(22)申请日 2019.04.28

(71)申请人 南方电网科学研究院有限责任公司
地址 510670 广东省广州市黄埔区科学城科翔路11号
申请人 中国南方电网有限责任公司

(72)发明人 朱益华 郭琦 常东旭 胡斌江 张璟沛

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202
代理人 麦小婵 郝传鑫

(51)Int.Cl.
G06F 17/50(2006.01)

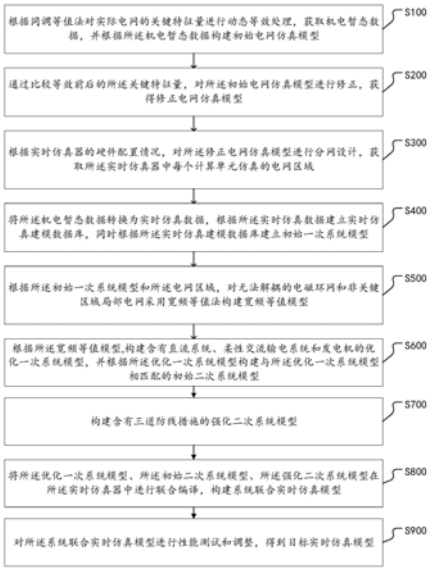
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法与装置

(57)摘要

本发明公开了一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法与装置，该方法包括：对电网的关键特征量进行处理，获取机电暂态数据，并将其转换为实时仿真数据，建立初始一次系统模型；构建初始电网仿真模型并对其进行修正，获得修正电网仿真模型并进行分网设计，获取计算单元仿真的电网区域；根据初始一次系统模型和电网区域构建立宽频等值模型并将其构建优化一次系统模型和初始二次系统模型；构建含有三道防线措施的强化二次系统模型；将优化一次系统模型、初始二次系统模型、强化二次系统模型进行联合编译，构建系统联合实时仿真模型并对其进行性能调试，得到目标实时仿真模型。该方法能够有效地对电网进行实时仿真，准确地描述电网的物理特性。



CN 110162843 A

1.一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法,其特征在于,包括:

根据同调等值法对实际电网的关键特征量进行动态等效处理,获取机电暂态数据,并根据所述机电暂态数据构建初始电网仿真模型;

通过比较等效前后的所述关键特征量,对所述初始电网仿真模型进行修正,获得修正电网仿真模型;

根据实时仿真器的硬件配置情况,对所述修正电网仿真模型进行分网设计,获取所述实时仿真器中每个计算单元仿真的电网区域;

将所述机电暂态数据转换为实时仿真数据,根据所述实时仿真数据建立实时仿真建模数据库,同时根据所述实时仿真建模数据库建立初始一次系统模型;

根据所述初始一次系统模型和所述电网区域,对无法解耦的电磁环网和非关键区域局部电网采用宽频等值法构建宽频等值模型;

根据所述宽频等值模型,构建含有直流系统、柔性交流输电系统和发电机的优化一次系统模型,并根据所述优化一次系统模型构建与所述优化一次系统模型相匹配的初始二次系统模型;

构建含有三道防线措施的强化二次系统模型;

将所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型在所述实时仿真器中进行联合编译,构建系统联合实时仿真模型;

对所述系统联合实时仿真模型进行性能测试和调整,得到目标实时仿真模型。

2.如权利要求1所述的电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法,其特征在于,所述根据同调等值法对实际电网的关键特征量进行动态等效处理,获取机电暂态数据,具体包括:

根据同调等值法将实际电网的电压110KV及以下电压等值等效于220KV。

3.如权利要求1所述的电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法,其特征在于,所述根据实时仿真器的硬件配置情况,对所述修正电网仿真模型进行分网设计,获取所述实时仿真器中每个计算单元仿真的电网区域,具体包括:

根据所述实时仿真器的硬件配置情况,计算所述实时仿真器中每个计算单元可进行仿真的资源规模;

根据所述资源规模对所述修正电网仿真模型进行分网设计,获取所述电网区域。

4.如权利要求1所述的电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法,其特征在于,在构建所述宽频等值模型后,对所述宽频等值模型进行单等值子系统的性能测试。

5.如权利要求1所述的电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法,其特征在于,所述优化一次系统模型和所述初始二次系统模型是通过在所述实时仿真器建立数字模型实现构建;其中,所述数字模型包括直流控制保护逻辑、发电机励磁系统控制逻辑、调速系统控制逻辑和PSS控制逻辑。

6.如权利要求1所述的电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法,其特征在于,所述初始二次系统模型是通过在所述实时仿真器中接入实际物理装置实现构建。

7.如权利要求1所述的电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法,其特征在于,所述将所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型在所述实时仿真器中进行联合编译,构建系统联合实时仿真模型,具体包括:

对所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型进行联合编译，直至编译通过后所述系统联合实时仿真模型构建成功；

若编译不通过，则重新对所述修正电网仿真模型进行分网设计。

8.一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模装置，其特征在于，包括：

初始电网仿真模型构建模块，用于根据同调等值法对实际电网的关键特征量进行动态等效处理，获取机电暂态数据，并根据所述机电暂态数据构建初始电网仿真模型；

修正电网仿真模型获取模块，用于通过比较等效前后的所述关键特征量，对所述初始电网仿真模型进行修正，获得修正电网仿真模型；

电网区域获取模块，用于根据实时仿真器的硬件配置情况，对所述修正电网仿真模型进行分网设计，获取所述实时仿真器中每个计算单元仿真的电网区域；

初始一次系统模型建立模块，用于将所述机电暂态数据转换为实时仿真数据，根据所述实时仿真数据建立实时仿真建模数据库，同时根据所述实时仿真建模数据库建立初始一次系统模型；

宽频等值模型构建模块，用于根据所述初始一次系统模型和所述电网区域，对无法解耦的电磁环网和非关键区域局部电网采用宽频等值法构建宽频等值模型；

优化一次系统模型与初始二次系统模型构建模块，用于根据所述宽频等值模型，构建含有直流系统、柔性交流输电系统和发电机的优化一次系统模型，并根据所述优化一次系统模型构建与所述优化一次系统模型相匹配的初始二次系统模型；

强化二次系统模型构建模块，用于构建含有三道防线措施的强化二次系统模型；

系统联合实时仿真模型构建模块，用于将所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型在所述实时仿真器中进行联合编译，构建系统联合实时仿真模型；

目标实时仿真模型获取模块，用于对所述系统联合实时仿真模型进行性能测试和调整，得到目标实时仿真模型。

一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法与装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统仿真技术领域，尤其涉及一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法与装置。

背景技术

[0002] 近年来，中国特高压交直流电网快速发展，新一级电压等级逐渐形成，风电、光伏等新能源大规模并网，电力系统加速重构，电力资源大范围优化配置能力大幅提高。为了准确地描述电网当前及未来的物理特性，一般通过建立仿真模型，随着交直流、多直流以及源网荷之间的相互影响加剧，直流输电规模不断扩大且日趋复杂，电网安全运行面临严峻挑战；特高压电网的形成使其内部各节点间电气距离进一步缩小，交流与直流之间、直流通过交流与其他直流之间的相互联系更为密切。交流系统谐波畸变、直流快速调节变化等电磁暂态时间尺度的物理过程将在更大范围内相互作用，交直流连锁反应影响面有可能波及整个电网，因此特高压电网的快速发展对仿真模型提出了更高的要求。

[0003] 现有的电网仿真方法仅单纯构建一次系统和二次系统，无法将一次系统和二次系统进行联合实时仿真，构成一个完整的实时仿真模型，准确地描述电网的物理特性。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法与装置，能够有效地对特高压交直流电网进行实时仿真，准确地描述特高压交直流电网的物理特性。

[0005] 本发明实施例提供了一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法，包括：

[0006] 根据同调等值法对实际电网的关键特征量进行动态等效处理，获取机电暂态数据，并根据所述机电暂态数据构建初始电网仿真模型；

[0007] 通过比较等效前后的所述关键特征量，对所述初始电网仿真模型进行修正，获得修正电网仿真模型；

[0008] 根据实时仿真器的硬件配置情况，对所述修正电网仿真模型进行分网设计，获取所述实时仿真器中每个计算单元仿真的电网区域；

[0009] 将所述机电暂态数据转换为实时仿真数据，根据所述实时仿真数据建立实时仿真建模数据库，同时根据所述实时仿真建模数据库建立初始一次系统模型；

[0010] 根据所述初始一次系统模型和所述电网区域，对无法解耦的电磁环网和非关键区域局部电网采用宽频等值法构建宽频等值模型；

[0011] 根据所述宽频等值模型，构建含有直流系统、柔性交流输电系统和发电机的优化一次系统模型，并根据所述优化一次系统模型构建与所述优化一次系统模型相匹配的初始二次系统模型；

[0012] 构建含有三道防线措施的强化二次系统模型；

[0013] 将所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型在所

述实时仿真器中进行联合编译，构建系统联合实时仿真模型；

[0014] 对所述系统联合实时仿真模型进行性能测试和调整，得到目标实时仿真模型。

[0015] 优选地，所述根据同调等值法对实际电网的关键特征量进行动态等效处理，获取机电暂态数据，具体包括：

[0016] 根据同调等值法将实际电网的电压110KV及以下电压等值等效于220KV。

[0017] 优选地，所述根据实时仿真器的硬件配置情况，对所述修正电网仿真模型进行分网设计，获取所述实时仿真器中每个计算单元仿真的电网区域，具体包括：

[0018] 根据所述实时仿真器的硬件配置情况，计算所述实时仿真器中每个计算单元可进行仿真的资源规模；

[0019] 根据所述资源规模对所述修正电网仿真模型进行分网设计，获取所述电网区域。

[0020] 优选地，在构建所述宽频等值模型后，对所述宽频等值模型进行单等值子系统的性能测试。

[0021] 优选地，所述优化一次系统模型和所述初始二次系统模型是通过在所述实时仿真器建立数字模型实现构建；其中，所述数字模型包括直流控制保护逻辑、发电机励磁系统控制逻辑、调速系统控制逻辑和PSS控制逻辑。

[0022] 优选地，所述初始二次系统模型是通过在所述实时仿真器中接入实际物理装置实现构建。

[0023] 优选地，所述将所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型在所述实时仿真器中进行联合编译，构建系统联合实时仿真模型，具体包括：

[0024] 对所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型进行联合编译，直至编译通过后所述系统联合实时仿真模型构建成功；

[0025] 若编译不通过，则重新对所述修正电网仿真模型进行分网设计。

[0026] 本发明实施例还提供了一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模装置，包括：

[0027] 初始电网仿真模型构建模块，用于根据同调等值法对实际电网的关键特征量进行动态等效处理，获取机电暂态数据，并根据所述机电暂态数据构建初始电网仿真模型；

[0028] 修正电网仿真模型获取模块，用于通过比较等效前后的所述关键特征量，对所述初始电网仿真模型进行修正，获得修正电网仿真模型；

[0029] 电网区域获取模块，用于根据实时仿真器的硬件配置情况，对所述修正电网仿真模型进行分网设计，获取所述实时仿真器中每个计算单元仿真的电网区域；

[0030] 初始一次系统模型建立模块，用于将所述机电暂态数据转换为实时仿真数据，根据所述实时仿真数据建立实时仿真建模数据库，同时根据所述实时仿真建模数据库建立初始一次系统模型；

[0031] 宽频等值模型构建模块，用于根据所述初始一次系统模型和所述电网区域，对无法解耦的电磁环网和非关键区域局部电网采用宽频等值法构建宽频等值模型；

[0032] 优化一次系统模型与初始二次系统模型构建模块，用于根据所述宽频等值模型，构建含有直流系统、柔性交流输电系统和发电机的优化一次系统模型，并根据所述优化一次系统模型构建与所述优化一次系统模型相匹配的初始二次系统模型；

[0033] 强化二次系统模型构建模块，用于构建含有三道防线措施的强化二次系统模型；

[0034] 系统联合实时仿真模型构建模块，用于将所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型在所述实时仿真器中进行联合编译，构建系统联合实时仿真模型；

[0035] 目标实时仿真模型获取模块，用于对所述系统联合实时仿真模型进行性能测试和调整，得到目标实时仿真模型。

[0036] 相对于现有技术，本发明实施例提供的一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法的有益效果在于：所述电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法，包括：根据同调等值法对实际电网的关键特征量进行动态等效处理，获取机电暂态数据，并根据所述机电暂态数据构建初始电网仿真模型；通过比较等效前后的所述关键特征量，对所述初始电网仿真模型进行修正，获得修正电网仿真模型；根据实时仿真器的硬件配置情况，对所述修正电网仿真模型进行分网设计，获取所述实时仿真器中每个计算单元仿真的电网区域；将所述机电暂态数据转换为实时仿真数据，根据所述实时仿真数据建立实时仿真建模数据库，同时根据所述实时仿真建模数据库建立初始一次系统模型；根据所述初始一次系统模型和所述电网区域，对无法解耦的电磁环网和非关键区域局部电网采用宽频等值法构建宽频等值模型；根据所述宽频等值模型，构建含有直流系统、柔性交流输电系统和发电机的优化一次系统模型，并根据所述优化一次系统模型构建与所述优化一次系统模型相匹配的初始二次系统模型；构建含有三道防线措施的强化二次系统模型；将所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型在所述实时仿真器中进行联合编译，构建系统联合实时仿真模型；对所述系统联合实时仿真模型进行性能测试和调整，得到目标实时仿真模型。该方法通过对构建的优化一次系统模型、初始二次系统模型和强化二次系统模型进行联合编译，获取系统联合实时仿真模型，能够有效地对特高压交直流电网进行实时仿真，准确地描述特高压交直流电网的物理特性。

附图说明

[0037] 图1是本发明实施例提供的一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法的流程示意图；

[0038] 图2是本发明实施例提供的一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模装置的结构示意图。

具体实施方式

[0039] 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。

[0040] 请参阅图1，其是本发明实施例提供的一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法的流程示意图，所述电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法，包括：

[0041] S100：根据同调等值法对实际电网的关键特征量进行动态等效处理，获取机电暂态数据，并根据所述机电暂态数据构建初始电网仿真模型；

[0042] S200：通过比较等效前后的所述关键特征量，对所述初始电网仿真模型进行修正，

获得修正电网仿真模型；

[0043] S300：根据实时仿真器的硬件配置情况，对所述修正电网仿真模型进行分网设计，获取所述实时仿真器中每个计算单元仿真的电网区域；

[0044] S400：将所述机电暂态数据转换为实时仿真数据，根据所述实时仿真数据建立实时仿真建模数据库，同时根据所述实时仿真建模数据库建立初始一次系统模型；

[0045] S500：根据所述初始一次系统模型和所述电网区域，对无法解耦的电磁环网和非关键区域局部电网采用宽频等值法构建宽频等值模型；

[0046] S600：根据所述宽频等值模型，构建含有直流系统、柔性交流输电系统和发电机的优化一次系统模型，并根据所述优化一次系统模型构建与所述优化一次系统模型相匹配的初始二次系统模型；

[0047] S700：构建含有三道防线措施的强化二次系统模型；

[0048] S800：将所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型在所述实时仿真器中进行联合编译，构建系统联合实时仿真模型；

[0049] S900：对所述系统联合实时仿真模型进行性能测试和调整，得到目标实时仿真模型。

[0050] 在本实施例中，由于电网运行边界极大地取决于仿真模型的精度，因此在仿真模型构建过程中对仿真工具的精度提出了更高要求，故本发明在构建仿真模型时通过构建优化一次系统模型、初始二次系统模型和强化二次系统模型，并将三者进行联合编译，获取系统联合实时仿真模型，能够有效地对特高压交直流电网进行实时仿真，准确地描述特高压交直流电网的物理特性。

[0051] 在一种可选的实施例中，S100：根据同调等值法对实际电网的关键特征量进行动态等效处理，获取机电暂态数据，并根据所述机电暂态数据构建初始电网仿真模型，具体包括：

[0052] 根据同调等值法将实际电网的电压110KV及以下电压等值等效于220KV。

[0053] 在本实施例中，通过同调等值法将实际电网的电压110KV及以下电压等值等效于220KV，在以后开展电网220KV及以上等值系统中可以广泛应用，灵活性更加强。

[0054] 在一种可选的实施例中，S200：通过比较等效前后的所述关键特征量，对所述初始电网仿真模型进行修正，获得修正电网仿真模型；

[0055] 在本实施例中，通过比较等效前后的关键特征量，判断等效后的关键特征向量是否符合实际电网的运行状况，对不符合的关键特征向量进行适应性修正，确保了等效前后的电网的动态特性保持一致。

[0056] 在一种可选的实施例中，S300：根据实时仿真器的硬件配置情况，对所述修正电网仿真模型进行分网设计，获取所述实时仿真器中每个计算单元仿真的电网区域，具体包括：

[0057] 根据所述实时仿真器的硬件配置情况，计算所述实时仿真器中每个计算单元可进行仿真的资源规模；

[0058] 根据所述资源规模对所述修正电网仿真模型进行分网设计，获取所述电网区域。

[0059] 在本实施例中，对修正电网仿真模型进行分网设计主要是按照实时仿真器的硬件配置情况进行分网，可以得到每个计算单元仿真的电网区域；其中，计算每个计算单元可以仿真的资源规模主要受限于节点、支路数、元件、开关数、逻辑处理与监视变量等因素限制，

因此在划分资源规模时需要综合考虑以上限制因素。

[0060] 在一种可选的实施例中，S400：将所述机电暂态数据转换为实时仿真数据，根据所述实时仿真数据建立实时仿真建模数据库，同时根据所述实时仿真建模数据库建立初始一次系统模型。在本实施例中，初始一次系统模型一般包括交流线路、高抗并联电抗器、串补、负荷、变压器和低压无功补偿装置。

[0061] 在一种可选的实施例中，在构建所述宽频等值模型后，对所述宽频等值模型进行单等值子系统的性能测试；通过比对相同短路故障下等效前后边界节点的潮流、电压与电流，确保拟合后的振荡幅值、振荡频率基本一致。

[0062] 在一种可选的实施例中，所述优化一次系统模型和所述初始二次系统模型是通过在所述实时仿真器建立数字模型实现构建；其中，所述数字模型包括直流控制保护逻辑、发电机励磁系统控制逻辑、调速系统控制逻辑和PSS控制逻辑。

[0063] 可选地，所述初始二次系统模型是通过在所述实时仿真器中接入实际物理装置实现构建。所述初始二次系统模型可通过两种方式进行构建，方便灵活。其中，数字模型可由发电机励磁系统控制逻辑、调速系统控制逻辑和PSS控制逻辑先根据实际的物理装置接入实时仿真器进行单机测试，然后进行参数辨识建模得到。

[0064] 在一种可选的实施例中，S700：构建含有三道防线措施的强化二次系统模型；

[0065] 在本实施例中，所述强化二次系统模型中的第一道防线继电保护逻辑采用搭建数字模型实现，第二防线和第三道防线采用接入实际的物理装置实现。利用三道防线能够有效维持电力系统的稳定运行，并保证在电力系统遇上事故时，能够得到及时有效地处理。

[0066] 在一种可选的实施例中，S800：将所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型在所述实时仿真器中进行联合编译，构建系统联合实时仿真模型，具体包括：

[0067] 对所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型进行联合编译，直至编译通过后所述系统联合实时仿真模型构建成功；

[0068] 若编译不通过，则重新对所述修正电网仿真模型进行分网设计。

[0069] 在本实施例中，一般只有在编译通过后，系统联合实时仿真模型才可以启动，所以说优化一次系统模型、初始二次系统模型、强化二次系统模型进行联合编译，编译通过后系统联合实时仿真模型才算构建成功；如果编译不通过，就需要重新调整修正电网仿真模型中的硬件配置，对修正电网仿真模型进行重新分网设计。

[0070] 在一种可选的实施例中，S900：对所述系统联合实时仿真模型进行性能测试和调整，得到目标实时仿真模型；

[0071] 在本实施例中，主要是对系统联合实时仿真模型进行稳态性能测试和动态性能测试；其中稳态性能测试主要包括发电机出力、节点电压和线路潮流的比对；动态性能测试主要包括单相接地短路、两相接地短路、三相接地短路和直流单极闭锁等各类故障情况下系统关键特征量的暂态特性比对，同时还可通过反演分析实际电网发生的各类事故，不断优化完善目标实时仿真模型的参数，确保其与实际电网运行特性保持一致。

[0072] 请参阅图2，其是本发明实施例提供的一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模装置的结构示意图，所述电网一次系统联合二次系统实时仿真建模装置，包括：

[0073] 初始电网仿真模型构建模块1，用于根据同调等值法对实际电网的关键特征量进

行动态等效处理，获取机电暂态数据，并根据所述机电暂态数据构建初始电网仿真模型；

[0074] 修正电网仿真模型获取模块2，用于通过比较等效前后的所述关键特征量，对所述初始电网仿真模型进行修正，获得修正电网仿真模型；

[0075] 电网区域获取模块3，用于根据实时仿真器的硬件配置情况，对所述修正电网仿真模型进行分网设计，获取所述实时仿真器中每个计算单元仿真的电网区域；

[0076] 初始一次系统模型建立模块4，用于将所述机电暂态数据转换为实时仿真数据，根据所述实时仿真数据建立实时仿真建模数据库，同时根据所述实时仿真建模数据库建立初始一次系统模型；

[0077] 宽频等值模型构建模块5，用于根据所述初始一次系统模型和所述电网区域，对无法解耦的电磁环网和非关键区域局部电网采用宽频等值法构建宽频等值模型；

[0078] 优化一次系统模型与初始二次系统模型构建模块6，用于根据所述宽频等值模型，构建含有直流系统、柔性交流输电系统和发电机的优化一次系统模型，并根据所述优化一次系统模型构建与所述优化一次系统模型相匹配的初始二次系统模型；

[0079] 强化二次系统模型构建模块7，用于构建含有三道防线措施的强化二次系统模型；

[0080] 系统联合实时仿真模型构建模块8，用于将所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型在所述实时仿真器中进行联合编译，构建系统联合实时仿真模型；

[0081] 目标实时仿真模型获取模块9，用于对所述系统联合实时仿真模型进行性能测试和调整，得到目标实时仿真模型。

[0082] 相对于现有技术，本发明实施例提供的一种电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法的有益效果在于：所述电网一次系统联合二次系统实时仿真建模方法，包括：根据同调等值法对实际电网的关键特征量进行动态等效处理，获取机电暂态数据，并根据所述机电暂态数据构建初始电网仿真模型；通过比较等效前后的所述关键特征量，对所述初始电网仿真模型进行修正，获得修正电网仿真模型；根据实时仿真器的硬件配置情况，对所述修正电网仿真模型进行分网设计，获取所述实时仿真器中每个计算单元仿真的电网区域；将所述机电暂态数据转换为实时仿真数据，根据所述实时仿真数据建立实时仿真建模数据库，同时根据所述实时仿真建模数据库建立初始一次系统模型；根据所述初始一次系统模型和所述电网区域，对无法解耦的电磁环网和非关键区域局部电网采用宽频等值法构建宽频等值模型；根据所述宽频等值模型，构建含有直流系统、柔性交流输电系统和发电机的优化一次系统模型，并根据所述优化一次系统模型构建与所述优化一次系统模型相匹配的初始二次系统模型；构建含有三道防线措施的强化二次系统模型；将所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型在所述实时仿真器中进行联合编译，构建系统联合实时仿真模型；对所述系统联合实时仿真模型进行性能测试和调整，得到目标实时仿真模型。该方法通过对构建的优化一次系统模型、初始二次系统模型和强化二次系统模型进行联合编译，获取系统联合实时仿真模型，能够有效地对特高压交直流电网进行实时仿真，准确地描述特高压交直流电网的物理特性。

[0083] 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，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

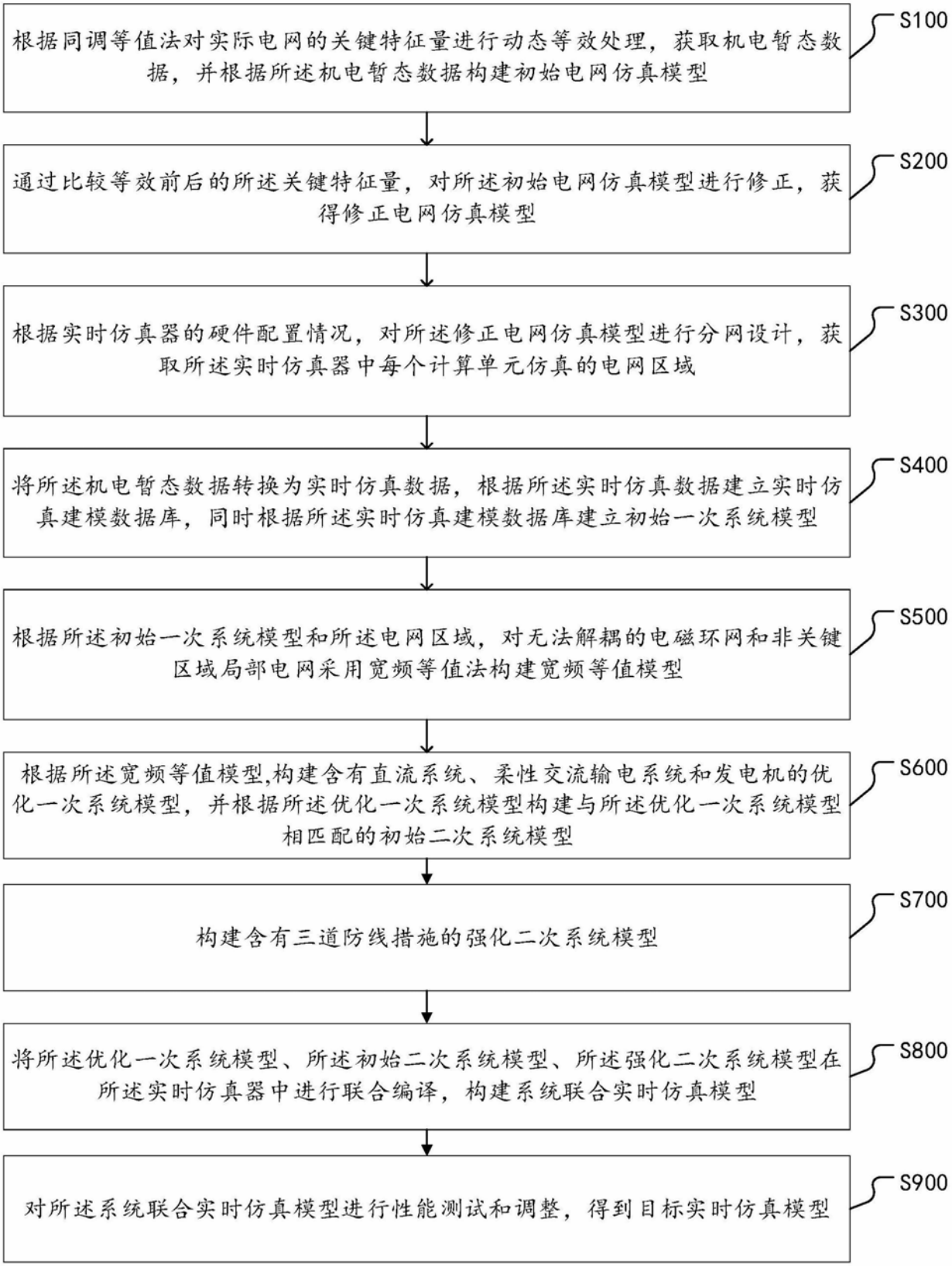

根据同调等值法对实际电网的关键特征量进行动态等效处理，获取机电暂态数据，并根据所述机电暂态数据构建初始电网仿真模型
S100
通过比较等效前后的所述关键特征量，对所述初始电网仿真模型进行修正，获得修正电网仿真模型
S200
根据实时仿真器的硬件配置情况，对所述修正电网仿真模型进行分网设计，获取所述实时仿真器中每个计算单元仿真的电网区域
S300
将所述机电暂态数据转换为实时仿真数据，根据所述实时仿真数据建立实时仿真建模数据库，同时根据所述实时仿真建模数据库建立初始一次系统模型
S400
根据所述初始一次系统模型和所述电网区域，对无法解耦的电磁环网和非关键区域局部电网采用宽频等值法构建宽频等值模型
S500
根据所述宽频等值模型,构建含有直流系统、柔性交流输电系统和发电机的优化一次系统模型，并根据所述优化一次系统模型构建与所述优化一次系统模型相匹配的初始二次系统模型
S600
构建含有三道防线措施的强化二次系统模型
S700
将所述优化一次系统模型、所述初始二次系统模型、所述强化二次系统模型在所述实时仿真器中进行联合编译，构建系统联合实时仿真模型
S800
对所述系统联合实时仿真模型进行性能测试和调整，得到目标实时仿真模型
S900

图1

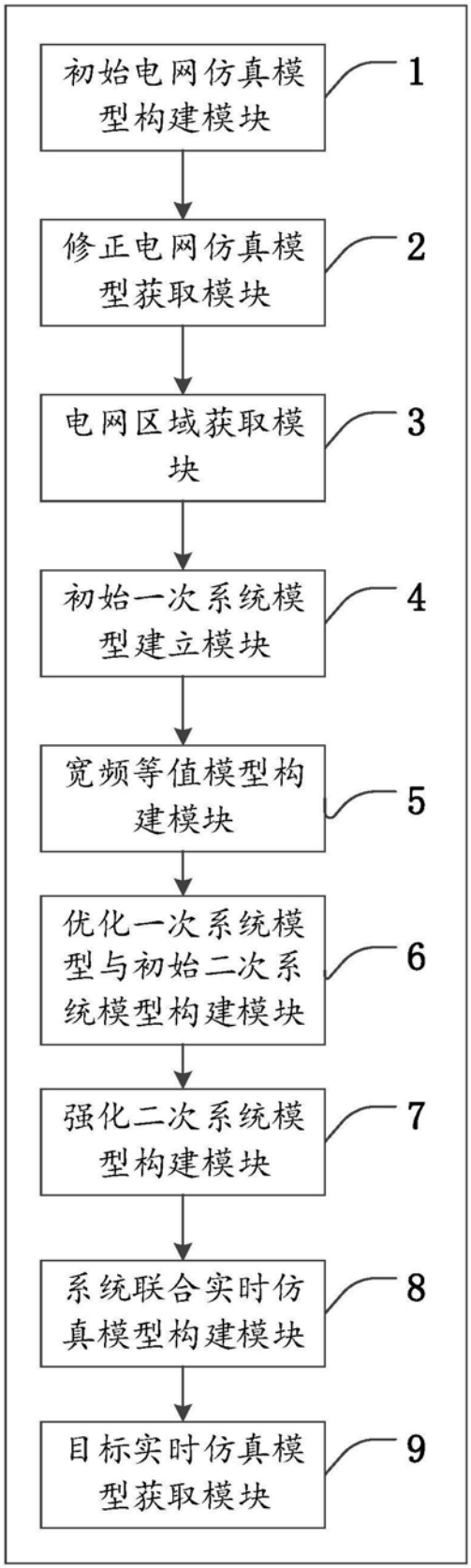

初始电网仿真模型构建模块
1
修正电网仿真模型获取模块
2
电网区域获取模块
3
初始一次系统模型建立模块
4
宽频等值模型构建模块
5
优化一次系统模型与初始二次系统模型构建模块
6
强化二次系统模型构建模块
7
系统联合实时仿真模型构建模块
8
目标实时仿真模型获取模块
9

图2