



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114021387 B

(45) 授权公告日 2023.05.02

(21) 申请号 202111424456.7

CN 102185310 A, 2011.09.14

(22) 申请日 2021.11.26

CN 104766142 A, 2015.07.08

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 109586275 A, 2019.04.05

申请公布号 CN 114021387 A

CN 110336270 A, 2019.10.15

CN 110532596 A, 2019.12.03

(43) 申请公布日 2022.02.08

US 2019067939 A1, 2019.02.28

(73) 专利权人 国网四川省电力公司电力科学研究院

Jiadai Liu 等. Nonlinear Magnetic Equivalent Circuit Based Real-time Sen Transformer Electromagnetic Transient Model on FPGA for HIL Emulation. IEEE Transactions on Power Delivery. 2016, 第31卷(第06期), 第2483-2493页.

地址 610000 四川省成都市高新区锦晖西二街16号

(72) 发明人 汪康康 魏巍 王曦 李鑫

刘蔚 等. 一种基于关键输电断面识别的交直流电网连锁故障分析方法. 广西电力. 2016, 第39卷(第01期), 第1-5, 27页.

(74) 专利代理机构 成都行之专利代理事务所(普通合伙) 51220

曾令康 等. 基于双Q学习的考虑暂态稳定约束的电网薄弱线路辨识. 中国电机工程学报. 2020, 第40卷(第08期), 第2429-2441页. (续)

专利代理师 林菲菲

(51) Int. Cl.

G06F 30/20 (2020.01)

G06Q 50/06 (2012.01)

G06T 3/40 (2006.01)

G06F 113/04 (2020.01)

审查员 孙洁

(56) 对比文件

CN 101867183 A, 2010.10.20

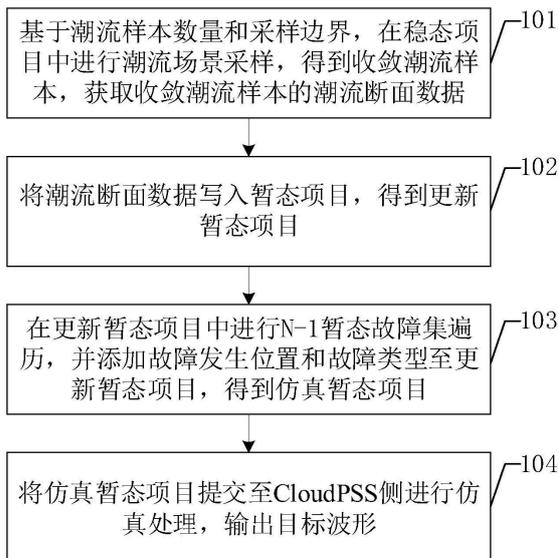
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种电力系统多场景智能仿真方法、系统及电子设备

(57) 摘要

本发明公开了一种电力系统多场景智能仿真方法、系统及电子设备,方法包括:基于潮流样本数量和采样边界,在稳态项目中进行潮流场景采样,得到收敛潮流样本,获取收敛潮流样本的潮流断面数据;将所述潮流断面数据写入暂态项目,得到更新暂态项目;在所述更新暂态项目中进行N-1暂态故障集遍历,并添加故障发生位置和故障类型至更新暂态项目,得到仿真暂态项目;将所述仿真暂态项目提交至CloudPSS侧进行仿真处理,输出目标波形。本发明提高了仿真性能和精度,能够为电力系统的分析和控制提供有力的技术支撑。



CN 114021387 B

[接上页]

(56) 对比文件

赵晓莉. 考虑静态约束的暂态稳定极限计算. 中国优秀博硕士学位论文全文数据库 (硕士) 工程科技 II 辑. 2004, (第03期), 第C042-309页.

宋炎侃 等. 基于序分量移频变换的三相交

流系统宽频域电磁暂态仿真. 电网技术. 2018, 第42卷 (第12期), 第3864-3872页.

刘蔚 等. 一种基于关键输电断面识别的交直流电网连锁故障分析方法. 广西电力. 2016, (第01期), 第1-5, 27页.

1. 一种电力系统多场景智能仿真方法,其特征在于,包括:
 - 基于潮流样本数量和采样边界,在稳态项目中进行潮流场景采样,得到收敛潮流样本,获取收敛潮流样本的潮流断面数据;
 - 将所述潮流断面数据写入暂态项目,得到更新暂态项目;
 - 在所述更新暂态项目中进行N-1暂态故障集遍历,并添加故障发生位置和故障类型至更新暂态项目,得到仿真暂态项目,具体包括:
 - 根据目标需求,遍历故障类型;
 - 通过元件Rid过滤,获取N-1预设故障发生位置、置空断路器和故障电阻;
 - 遍历所有元件连接线,获取所述预设故障发生位置对应的故障元件两端连接线的首末端引脚名;
 - 将所述置空断路器的引脚名赋值为所述连接线的首末端引脚名;设置所述故障电阻的连接引脚为预设故障发生位置;
 - 添加所述故障发生位置和故障类型至所述更新暂态项目,得到仿真暂态项目;
 - 将所述仿真暂态项目提交至CloudPSS侧进行仿真处理,输出目标波形。
2. 根据权利要求1所述的一种电力系统多场景智能仿真方法,其特征在于,在稳态项目中进行潮流场景采样,得到收敛潮流样本步骤具体包括:
 - 通过Rid过滤,在稳态项目中获取所有负荷节点和发电机节点;
 - 调用CloudPSS对所述负荷节点和发电机节点进行云端潮流计算;
 - 解析所述云端潮流计算的结果,得到收敛潮流样本。
3. 根据权利要求2所述的一种电力系统多场景智能仿真方法,其特征在于,解析所述云端潮流计算的结果,得到收敛潮流样本步骤具体包括:
 - 解析所述云端潮流计算的结果,得到负荷有功、负荷无功、发电机功率及机端电压波动时所乘随机数;
 - 输入负荷有功、负荷无功、发电机功率及机端电压波动时所乘随机数至克里金插值模型,输出潮流样本收敛时的迭代次数;
 - 根据所述迭代次数与预设迭代次数,确定收敛潮流样本。
4. 根据权利要求3所述的一种电力系统多场景智能仿真方法,其特征在于,在解析云端潮流计算的结果,得到负荷有功、负荷无功、发电机功率及机端电压波动时所乘随机数步骤之前还包括:
 - 在高维空间进行全局稀疏拉丁超立方采样,作为克里金插值的观测集和训练集;
 - 重新布局所述拉丁超立方采样,作为克里金插值的待测集和测试集;
 - 根据所述观测集、训练集、待测集和测试集,构建克里金插值模型。
5. 根据权利要求4所述的一种电力系统多场景智能仿真方法,其特征在于,在根据所述观测集、训练集、待测集和测试集,构建克里金插值模型步骤之后还包括:
 - 对比所述测试集的预测值和真实值;
 - 根据所述预测值和真实值,确定敛散性判断的准确率;
 - 当所述准确率低于预设阈值时,取潮流敛散性判定有误差、预测误差大于预设阈值点、插值时误差期望最大的预设比例数据点加入观测集。
6. 根据权利要求1-5任一项所述的一种电力系统多场景智能仿真方法,其特征在于,将

所述潮流断面数据写入暂态项目,得到更新暂态项目步骤具体包括:

提取潮流断面数据中的所有负荷节点的电压和所有发电机节点的电压;

当所述负荷节点的电压和发电机节点的电压均无电压越界时,提取稳态潮流写入潮流断面数据至暂态项目,得到更新暂态项目。

7. 根据权利要求1-5任一项所述的一种电力系统多场景智能仿真方法,其特征在于,在基于潮流样本数量和采样边界,在稳态项目中进行潮流场景采样,得到收敛潮流样本步骤之前还包括:

通过CloudPSS新建稳态项目和暂态项目,并设置所述稳态项目和暂态项目的电路拓扑、参数为一致。

8. 一种多场景智能仿真系统,其特征在于,包括:

潮流场景采样模块,用于基于潮流样本数量和采样边界,在稳态项目中进行潮流场景采样,得到收敛潮流样本,获取收敛潮流样本的潮流断面数据;

潮流断面反写模块,用于将所述潮流断面数据写入暂态项目,得到更新暂态项目;

暂态场景遍历模块,用于在所述更新暂态项目中进行N-1暂态故障集遍历,并添加故障发生位置和故障类型至所述更新暂态项目,得到仿真暂态项目,具体包括:

根据目标需求,遍历故障类型;

通过元件Rid过滤,获取N-1预设故障发生位置、置空断路器和故障电阻;

遍历所有元件连接线,获取所述预设故障发生位置对应的故障元件两端连接线的首末端引脚名;

将所述置空断路器的引脚名赋值为所述连接线的首末端引脚名;设置所述故障电阻的连接引脚为预设故障发生位置;

添加所述故障发生位置和故障类型至所述更新暂态项目,得到仿真暂态项目;

目标波形仿真模块,用于将所述仿真暂态项目提交至CloudPSS侧进行仿真处理,输出目标波形。

9. 一种电子设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1-8中任一项所述方法的步骤。

一种电力系统多场景智能仿真方法、系统及电子设备

技术领域

[0001] 本发明属于电力系统仿真技术领域,具体涉及一种电力系统多场景智能仿真方法、系统及电子设备。

背景技术

[0002] 随电力系统规模增大及高比例可再生能源、电力电子器件接入,系统运行方式呈现出多样化、分散化、差异化特征,为传统理论模型带来应用限制和求解困难。与此同时,系统的数字化演进带来了全新的机遇和挑战,随数据挖掘及人工智能衍生技术在电力系统中的广泛使用,数据或数据-理论混合驱动模型的思路应运而生,为系统的分析和控制提供了全新的视角。大数据分析以海量数据为基础,大批量、有意义的样本则是训练强泛化能力模型的关键之一。针对电力系统而言,除系统实际运行数据外,仿真数据的获取效率高、受现实条件限制较少、针对性强且可溯源,是电力系统样本重要来源。

[0003] 然而现有仿真平台性能差、精度低,因此如何建立一种可以实现高性能计算和高精度仿真的平台成为了本领域技术人员亟需解决的技术问题。

发明内容

[0004] 为了解决现有仿真平台性能差、精度低的问题,本发明提供了一种电力系统多场景智能仿真方法。本发明提高了仿真性能和精度,能够为电力系统的分析和控制提供有力的技术支撑。

[0005] 本发明通过下述技术方案实现:

[0006] 一种电力系统多场景智能仿真方法,包括:

[0007] 基于潮流样本数量和采样边界,在稳态项目中进行潮流场景采样,得到收敛潮流样本,获取收敛潮流样本的潮流断面数据;

[0008] 将所述潮流断面数据写入暂态项目,得到更新暂态项目;

[0009] 在所述更新暂态项目中进行N-1暂态故障集遍历,并添加故障发生位置和故障类型至更新暂态项目,得到仿真暂态项目;

[0010] 将所述仿真暂态项目提交至CloudPSS侧进行仿真处理,输出目标波形。

[0011] 优选的,本发明的在稳态项目中进行潮流场景采样,得到收敛潮流样本步骤具体包括:

[0012] 通过Rid过滤,在稳态项目中获取所有负荷节点和发电机节点;

[0013] 调用CloudPSS对所述负荷节点和发电机节点进行云端潮流计算;

[0014] 解析所述云端潮流计算的结果,得到收敛潮流样本。

[0015] 优选的,本发明的解析所述云端潮流计算的结果,得到收敛潮流样本步骤具体包括:

[0016] 解析所述云端潮流计算的结果,得到负荷有功、负荷无功、发电机功率及机端电压波动时所乘随机数;

- [0017] 输入负荷有功、负荷无功、发电机功率及机端电压波动时所乘随机数至克里金插值模型,输出潮流样本收敛时的迭代次数;
- [0018] 根据所述迭代次数与预设迭代次数,确定收敛潮流样本。
- [0019] 优选的,本发明在解析云端潮流计算的结果,得到负荷有功、负荷无功、发电机功率及机端电压波动时所乘随机数步骤之前还包括:
- [0020] 在高维空间进行全局稀疏拉丁超立方采样,作为克里金插值的观测集和训练集;
- [0021] 重新布局所述拉丁超立方采样,作为克里金插值的待测集和测试集;
- [0022] 根据所述观测集、训练集、待测集和测试集,构建克里金插值模型。
- [0023] 优选的,本发明在根据所述观测集、训练集、待测集和测试集,构建克里金插值模型步骤之后还包括:
- [0024] 对比所述测试集的预测值和真实值;
- [0025] 根据所述预测值和真实值,确定收敛性判断的准确率;
- [0026] 当所述准确率低于预设阈值时,取潮流收敛性判定有误差、预测误差大于预设阈值点、插值时误差期望最大的预设比例数据点加入观测集。
- [0027] 优选的,本发明的将所述潮流断面数据写入暂态项目,得到更新暂态项目步骤具体包括:
- [0028] 提取潮流断面数据中的所有负荷节点的电压和所有发电机节点的电压;
- [0029] 当所述负荷节点的电压和发电机节点的电压均无电压越界时,提取稳态潮流写入潮流断面数据至暂态项目,得到更新暂态项目。
- [0030] 优选的,本发明在所述更新暂态项目中进行N-1暂态故障集遍历,并添加故障发生位置和故障类型至更新暂态项目,得到仿真暂态项目步骤具体包括:
- [0031] 根据目标需求,遍历故障类型;
- [0032] 通过元件Rid过滤,获取N-1预设故障发生位置、置空断路器和故障电阻;
- [0033] 遍历所有元件连接线,获取所述预设故障发生位置对应的故障元件两端连接线的首末端引脚名;
- [0034] 将所述置空断路器的引脚名赋值为所述连接线的首末端引脚名;设置所述故障电阻的连接引脚为预设故障发生位置;
- [0035] 添加所述故障发生位置和故障类型至所述更新暂态项目,得到仿真暂态项目。
- [0036] 优选的,本发明在基于潮流样本数量和采样边界,在稳态项目中进行潮流场景采样,得到收敛潮流样本步骤之前还包括:
- [0037] 通过CloudPSS新建稳态项目和暂态项目,并设置所述稳态项目和暂态项目的电路拓扑、参数为一致。
- [0038] 第二方面,本发明提出了一种多场景智能仿真系统,包括:
- [0039] 潮流场景采样模块,用于基于潮流样本数量和采样边界,在稳态项目中进行潮流场景采样,得到收敛潮流样本,获取收敛潮流样本的潮流断面数据;
- [0040] 潮流断面反写模块,用于将所述潮流断面数据写入暂态项目,得到更新暂态项目;
- [0041] 暂态场景遍历模块,用于在所述更新暂态项目中进行N-1暂态故障集遍历,并添加故障发生位置和故障类型至所述更新暂态项目,得到仿真暂态项目;
- [0042] 目标波形仿真模块,用于将所述仿真暂态项目提交至CloudPSS侧进行仿真处理,

输出目标波形。

[0043] 第三方面,本发明提出了一种电子设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现本发明所述方法的步骤。

[0044] 本发明具有如下的优点和有益效果:

[0045] 本发明通过基于潮流样本数量和采样边界,通过潮流场景采样、潮流断面反写入暂态仿真、暂态故障集自动遍历的流程,实现批量场景快速生成,有效地提高了仿真平台的性能和精度。

附图说明

[0046] 此处所说明的附图用来提供对本发明实施例的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明实施例的限定。在附图中:

[0047] 图1为本发明实施例提供的仿真方法流程示意图。

[0048] 图2为本发明实施例提供的仿真系统原理框图。

[0049] 图3为本发明实施例提供的电子设备原理框图。

具体实施方式

[0050] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施例和附图,对本发明作进一步的详细说明,本发明的示意性实施方式及其说明仅用于解释本发明,并不作为对本发明的限定。

[0051] 实施例1

[0052] 本实施例提供了一种电力系统多场景智能仿真方法,如图1所示,本实施例的方法包括以下步骤:

[0053] 步骤101,基于潮流样本数量和采样边界,在稳态项目中进行潮流场景采样,得到收敛潮流样本,获取收敛潮流样本的潮流断面数据。

[0054] 本实施例中,一次完整的场景流程按照潮流场景采样、潮流断面反写、暂态场景遍历顺序展开。在进行仿真之前,首先在线上新建暂态项目和稳态项目,通过CloudPSS在线上建立,其中,CloudPSS基于“云计算”思想,由云端仿真服务器完成大规模电网电磁暂态仿真、电力系统硬件在环仿真、多能互补耦合仿真以及电力系统多时间尺度暂态仿真功能,客户运用普通计算机即可免费享受昂贵的超算平台对海量计算的高效加速成果。新建的两个项目的电路拓扑和所有参数设置保持一致,暂态项目加入故障电阻、两个断路器、断路器触发信号,设置故障发生时间(故障电阻处)和断路器开断时间(断路器触发信号处),断路器触发信号和断路器关联,故障电阻和断路器所有引脚悬空。设置两个项目的主要目的是防止断路器等元件的空置引脚妨碍潮流求解。新建项目后,所有过程除云端计算求解外,均通过sdk在本地进行。

[0055] 潮流计算采样过程中,主要考虑负荷有功、无功,发电机有功出力和机端电压在一定范围内的随机波动,通过sdk从云端获取稳态项目进行计算。其中,输入通常为从云端获取的稳态项目、潮流样本数量和采样边界,采样边界包括了负荷、机端电压、发电机功率上下界等,输出的便是收敛的潮流样本和潮流断面数据,潮流断面数据则可以包括发电机初始机端电压和相角等等。潮流场景采样的主要功能便是在稳态项目中进行负荷、非调相发

电机随机采样,远程调动云端CloudPSS进行潮流计算,得到收敛潮流样本。

[0056] 其中,随机潮流的采样方法包括蒙特卡洛方法和拉丁超立方方法及相关扩展方法中的任意一种或几种的结合。蒙特卡洛方法是一种的随机模拟方法,在随机采样后,通过采样结果给出随机变量的概率统计估计值,如随机变量的样本期望、方差等。其简单、误差和随机变量维数独立,且样本之间相互独立,具有较好的扩展性;但实际应用中,其在小样本前提下可能对全局探索不足,故需要较多计算步数,计算效率较低且代价较大。

[0057] 拉丁超立方为一种伪随机分层抽样方法,流程包括采样和排序。采样过程中,对于 m 个随机变量 $x_1, x_2 \dots x_m$ 进行 N 次采样时,将每个随机变量 x_i 的累积分布函数 $H_i = F_i(x_i)$ 的取值区间 $[0, 1]$ 分为 N 个相等子区间,在每个子区间中对 H_i 进行采样,再通过 $x_i = F_i^{-1}(H_i)$ 获得 x_i 的 N 个采样值,使采样点覆盖随机分布区域且不出现重叠区域,采样效率较高且稳健性较高。完成采样后,通过随机排序打乱采样值的顺序,使 m 个独立随机变量相关性趋于0,排序过程可通过序列正交化方法实现。当随机变量呈现有一定相关性时,可通过算法尽量满足变量本身的相关性,但在仿真引擎涉及的潮流采样过程暂不需要引入该功能。

[0058] 本实施例的在稳态项目中进行潮流场景采样,得到收敛潮流样本具体包括:

[0059] 首先,通过元件Rid过滤,在稳态项目中获取所有负荷节点和发电机节点。

[0060] 获取所有负荷节点,设置参数列表中稳态有功、无功(有名值)波动,设置方法为额定值 \times 随机数(默认范围为0.7-1.2),以字典形式存储负荷修改信息。获取所有发电机节点,则通过稳态节点类型再次过滤;获取所有潮流计算中作发电机节点的发电机,设置参数列表中有功出力波动,设置方法为容量 \times 随机数(默认范围0-1),设置参数列表中稳态电压标幺值,直接设置为随机数(默认范围0.9-1.1)。

[0061] 然后,调用CloudPSS对负荷节点和发电机节点进行云端潮流计算,并将计算结果传回本地,解析云端潮流计算的结果,得到收敛潮流样本。

[0062] 其中,解析云端潮流计算的结果,得到收敛潮流样本具体包括:

[0063] 解析云端潮流计算的结果,得到负荷有功、负荷无功、发电机功率及机端电压波动时所乘随机数;

[0064] 输入负荷有功、负荷无功、发电机功率及机端电压波动时所乘随机数至克里金插值模型,输出潮流样本收敛时的迭代次数;

[0065] 根据迭代次数与预设迭代次数,确定收敛潮流样本。

[0066] 本实施例在解析云端潮流计算的结果,得到负荷有功、负荷无功、发电机功率及机端电压波动时所乘随机数之前,还包括:

[0067] 在高维空间进行全局稀疏拉丁超立方采样,作为克里金插值的观测集和训练集,通过leave-one-out方法进行超参数优化,该参数此后不再调整;

[0068] 重新布局拉丁超立方采样,作为克里金插值的待测集和测试集;

[0069] 根据观测集、训练集、待测集和测试集,构建克里金插值模型。

[0070] 在根据观测集、训练集、待测集和测试集,构建克里金插值模型之后,还包括:

[0071] 对比测试集的预测值和真实值;

[0072] 根据预测值和真实值,确定敛散性判断的准确率;

[0073] 当准确率高于预设阈值时,不再加入新的观测点,当准确率低于预设阈值时,取潮流敛散性判定有误点、预测误差大于预设阈值点、插值时误差期望最大的预设比例数据点

加入观测集。

[0074] 克里金插值模型的输入为负荷有功、负荷无功、发电机功率及机端电压波动时所乘随机数作为输入向量 x 。在观测集输入克里金模型前,每个维度数据需进行归一化处理,故输入特征选择所乘随机数、标么值、或有名值对模型求解没有影响。对于观测集,归一化

方法采用 $x^* = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$;待测集归一化过程采用 x_{\max} 、 x_{\min} 观测集的最大、最小值,故可能

出现小于0或大于1的值。克里金插值模型输出属性值 y 为潮流样本收敛时的迭代次数。基于CloudPSS的数据接口及潮流计算运算器参数设置,将迭代次数>30次且未满足收敛条件的样本作为不收敛样本,根据算例测试,收敛样本迭代次数分布在3-7次。综合考虑误差容限和数据分布,将迭代次数为20作为收敛性划分依据,也就是迭代次数小于20次的样本作为收敛潮流样本。针对测试集,对收敛样本,若判别为收敛,以真实值和模型预测值之差作为预测误差;若判别为不收敛,以最大迭代次数作为预测误差;对不收敛样本,若判别为收敛,以最大迭代次数作为预测误差;若判别为不收敛,预测误差为0。于是便可以确定出收敛潮流样本,并可以在收敛潮流样本中确定出潮流断面数据。

[0075] 步骤102,将潮流断面数据写入暂态项目,得到更新暂态项目。

[0076] 本实施例的步骤102具体包括以下子步骤:

[0077] 提取潮流断面数据中的所有负荷节点的电压和所有发电机节点的电压;

[0078] 当负荷节点的电压和发电机节点的电压均无电压越界时,提取稳态潮流写入潮流断面数据至暂态项目,例如发电机机端电压、相角、负荷节点有功和无功、潮流反写数据集等等,得到更新暂态项目。返回信息形式则可以为键为元件唯一标识,值为待修改数据的字典,其中待修改数据又以键为待修改参数名,值为参数数值的字典保存。具体可以是,遍历负荷数据集和潮流反写数据集中所有元件Key,通过Key提取对应元件并进行参数修改,通过元件Rid过滤,获取所有发电机节点,将启动方式修改为“从潮流断面启动”对应选项数字(默认为4)。于是便完成了将潮流断面数据写入暂态项目,得到更新暂态项目。

[0079] 步骤103,在更新暂态项目中进行N-1暂态故障集遍历,并添加故障发生位置和故障类型至更新暂态项目,得到仿真暂态项目。

[0080] 本实施例的N-1运行方式是指电力系统的N个元件中的任一独立元件(发电机、输电线路、变压器等)发生故障而被切除后,应不造成因其他线路过负荷跳闸而导致用户停电,不破坏系统的稳定性,不出现电压崩溃等事故。对于一次暂态故障仿真,需设置故障发生位置、故障类型,并设置断路器进行继电保护,在仿真过程中,在不同故障点进行上述操作,进行N-1预想故障集遍历,本实施例中采取修改引脚的方式接入断路器,实现简单的继电保护功能。

[0081] 本实施例的步骤103具体包括以下子步骤:

[0082] 根据目标需求,遍历故障类型,如单相接地短路、三相接地短路等;

[0083] 通过元件Rid过滤,获取N-1预设故障发生位置,如传输线两端、变压器等;

[0084] 遍历所有元件连接线,获取预设故障发生位置对应的故障元件两端连接线的首末端引脚名;

[0085] 通过元件Rid过滤,获取置空断路器,将置空断路器的引脚名赋值为连接线的首末端引脚名;

[0086] 通过元件Rid过滤,获取故障电阻,设置故障电阻的连接引脚为预设故障发生位置;

[0087] 添加故障发生位置和故障类型至更新暂态项目,得到仿真暂态项目。

[0088] 步骤104,将仿真暂态项目提交至CloudPSS侧进行仿真处理,输出目标波形。

[0089] 本实施例在得到仿真暂态项目之后,将项目云端提交CloudPSS侧,进行暂态仿真计算并将结果回传本地,可通过runner.result.getPlot()函数直接获取项目内部所设置的示波器输出通道,得到指定输出波形。示波器输出通道可以选择发电机转速、发电机机端电压、任意节点三相电压等等。需要指出的是,各功能模块可以单独调用,也就是潮流场景采样、潮流断面反写和暂态场景遍历可以分别单独使用,如只进行潮流样本生成,不进行后续操作;或使用线上项目初值直接进行暂态仿真,而非采用潮流样本反写数据均可以实现。

[0090] 本实施例通过潮流场景采样、潮流断面反写入暂态仿真、暂态故障集自动遍历的流程,实现批量场景快速生成,有效地提高了仿真平台的性能和精度。

[0091] 实施例2

[0092] 本实施例提出了一种电力系统多场景智能仿真系统,如图2所示,本实施例的系统包括:

[0093] 潮流场景采样模块21,用于基于潮流样本数量和采样边界,在稳态项目中进行潮流场景采样,得到收敛潮流样本,获取收敛潮流样本的潮流断面数据;

[0094] 潮流断面反写模块22,用于将潮流断面数据写入暂态项目,得到更新暂态项目;

[0095] 暂态场景遍历模块23,用于在更新暂态项目中进行N-1暂态故障集遍历,并添加故障发生位置和故障类型至更新暂态项目,得到仿真暂态项目;

[0096] 目标波形仿真模块24,用于将仿真暂态项目提交至CloudPSS侧进行仿真处理,输出目标波形。

[0097] 本实施例的系统还包括项目新建模块,用于通过CloudPSS新建稳态项目和暂态项目,并设置稳态项目和暂态项目的电路拓扑、参数为一致。

[0098] 实施例3

[0099] 本实施例提出了一种电子设备,该电子设备用于实现上述实施例1提出的仿真方法。如图3所示,本实施例的电子设备包括:处理器(processor)310、通信接口(Communications Interface)320、存储器(memory)330和通信总线340,其中,处理器310,通信接口320,存储器330通过通信总线340完成相互间的通信。处理器310可以调用存储器330中的逻辑指令,以执行多场景智能仿真方法,该方法包括:基于潮流样本数量和采样边界,在稳态项目中进行潮流场景采样,得到收敛潮流样本,获取收敛潮流样本的潮流断面数据;将潮流断面数据写入暂态项目,得到更新暂态项目;在更新暂态项目中进行N-1暂态故障集遍历,并添加故障发生位置和故障类型至更新暂态项目,得到仿真暂态项目;将仿真暂态项目提交至CloudPSS侧进行仿真处理,输出目标波形。

[0100] 此外,上述的存储器330中的逻辑指令可以通过软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行本发明各个实施

例方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器 (ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器 (RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0101] 本实施例还提供一种计算机程序产品，计算机程序产品包括计算机程序，计算机程序可存储在非暂态计算机可读存储介质上，计算机程序被处理器执行时，计算机能够执行上述实施例1所提供的多场景智能仿真方法。

[0102] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下，即可以理解并实施。

[0103] 通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件。基于这样的理解，上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中，如ROM/RAM、磁碟、光盘等，包括若干指令用以使得一台计算机设备 (可以是个人计算机，服务器，或者网络设备) 执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0104] 以上所述的具体实施方式，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施方式而已，并不用于限定本发明的保护范围，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

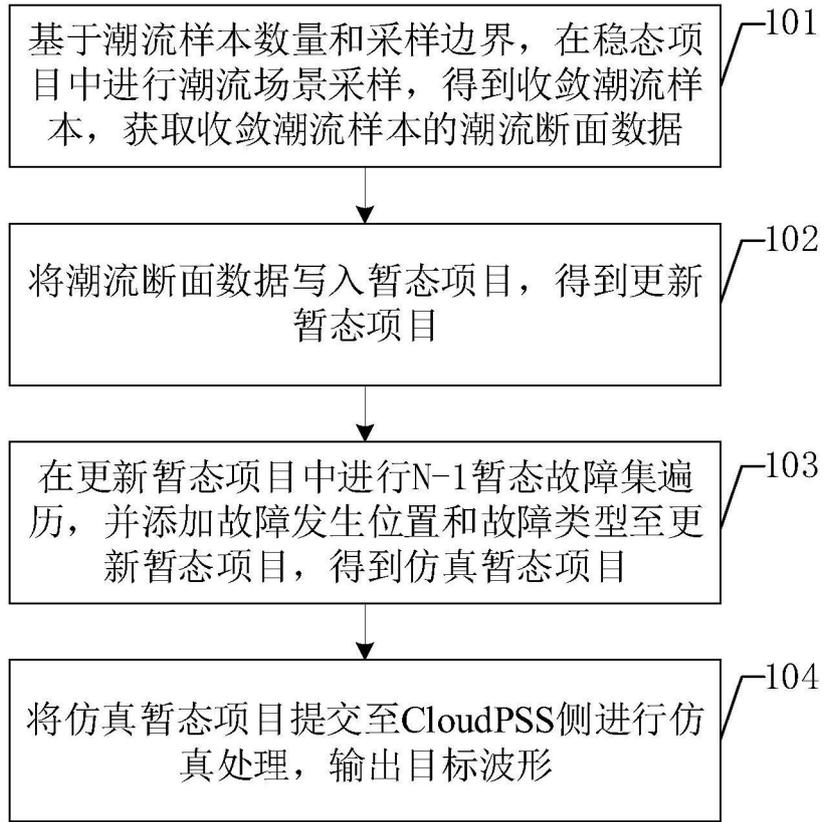


图1

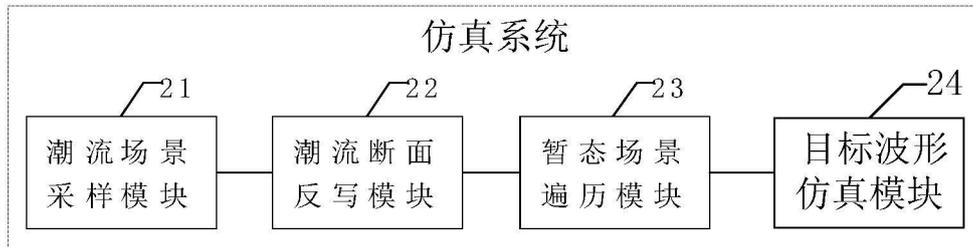


图2

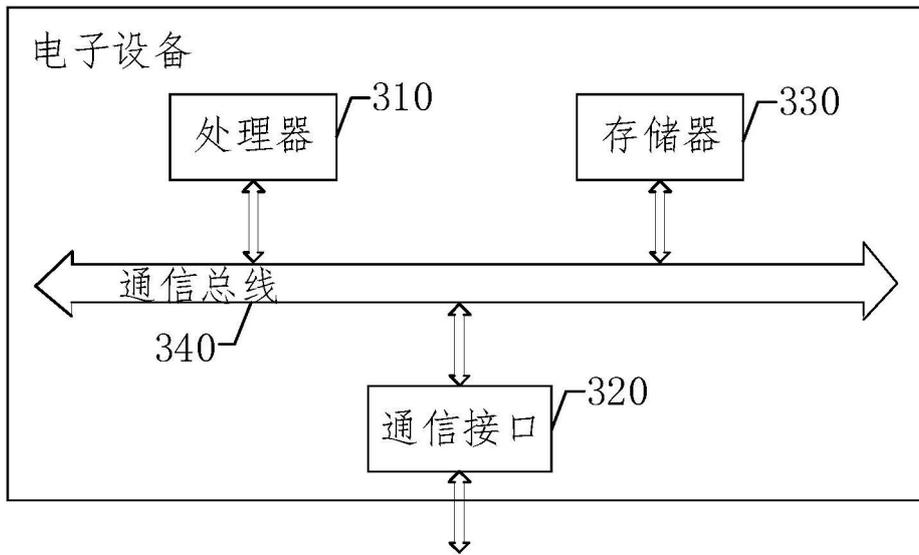


图3