(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203881876 U
(45)授权公告日 2014.10.15

(21)申请号 201420310305.8

(22)申请日 2014.06.11

(73)专利权人 国家电网公司
地址 250002 山东省济南市市中区望岳路2000号
专利权人 国网山东省电力公司电力科学研究院

(72)发明人 孙勇 李立生 邵志敏 李建修 张世栋 张林立 刘合金

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
代理人 张勇

(51)Int.Cl.
G01R 31/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

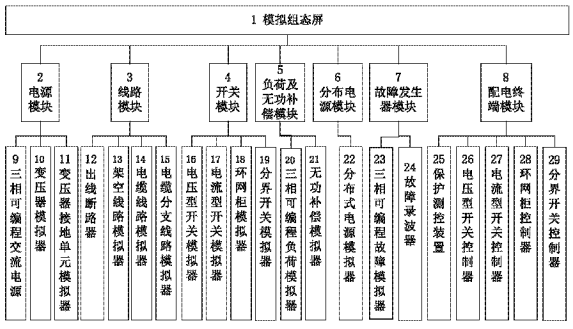
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)实用新型名称

一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统，在满足电力系统相似判据的条件下，按等比缩小容量的原则，采用400V低压设备模拟10kV配电网实际设备，设计出一系列模块化的配电网设备模拟器，根据所研究的实际10kV配电线路，通过模拟组态屏，组合出相应的配电网模拟测试系统，通过模拟配电网不同接地方式下正常运行、停送电操作、电源波动、接地或短路故障，记录并研究配电网暂态及稳态运行特性；此外，该系统还能模拟馈线自动化动作及处理过程，测试配电自动化开关控制器的功能与性能。



CN 203881876 U

1. 一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统，其特征是：包括模拟组态屏、电源模块、线路模块、开关模块、负荷及无功补偿模块、分布电源模块、故障发生器模拟模块和配电终端模块；其中，模拟组态屏连接电源模块、线路模块、开关模块、负荷及无功补偿模块、分布电源模块、故障发生器模拟模块和配电终端模块；各个模块包括若干个不同的模拟器，所述模拟组态屏从屏体背面或侧面接入所有模拟器的两端进出线。

2. 如权利要求 1 所述的一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统，其特征是：所述电源模块，包括三相可编程交流电源、变压器模拟器和变压器接地单元模拟器；所述三相可编程交流电源的容量为 30kVA，电压、频率及初始相位可调，每相电压可调范围 0—300V，电源频率可调范围 45-65Hz。

3. 如权利要求 2 所述的一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统，其特征是：所述变压器接地单元模拟器通过内置开关接入所述三相变压器中性点抽头，可模拟中性点不接地、小电阻接地或消弧线圈接地方式，不同接地方式通过手动操作改变。

4. 如权利要求 2 所述的一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统，其特征是：所述线路模块，包括出线断路器、架空线路模拟器、电缆线路模拟器和电缆分支线路模拟器。

5. 如权利要求 2 所述的一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统，其特征是：所述出线断路器连接所述三相变压器出线，额定电流 63A ，可手动或遥控分合，具备完善的保护功能，包括速断保护、定时限速断保护和过流保护。

6. 如权利要求 1 所述的一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统，其特征是：所述开关模块，包括电压型开关模拟器、电流型开关模拟器、环网柜模拟器和分界开关模拟器。

7. 如权利要求 1 所述的一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统，其特征是：所述负荷及无功补偿模块，包括三相可编程负荷模拟器和无功补偿模拟器；所述三相可编程负荷模拟器为三相隔离变压器，采用干式变压器，变比为 400V/400V, 容量 30kVA；中性点抽头引出，可选取“Yy”或“Yd”接线方式。

8. 如权利要求 1 所述的一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统，其特征是：所述配电终端模块，包括保护测控装置、电压型开关控制器、电流型开关控制器、环网柜控制器和分界开关控制器。

9. 如权利要求 1 所述的一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统，其特征是：所述故障发生器模块包括三相可编程故障发生器，所述分布电源模块包括分布式电源模拟器；所述三相可编程故障模拟器进线端配带延时投入继电器的手动断路器，手动投入故障，故障持续时间可设置，模拟各种类型的配电线路故障：包括相间短路、三相短路、单相接地、两相接地和三相接地故障，每个短路回路配备限流电阻，限流值为 30A，设备可远程或本地控制，可编程设置和自动转换故障类型。

10. 如权利要求 6 所述的一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统，其特征是：所述电压型开关模拟器，用于模拟电压型分段开关，可手动遥控分合；电压型分段开关配置 A、B、C 三相 CT，CT 变比 10:5；开关电源侧和负荷侧安装 AB、BC 相间 PT，PT 二次侧输出电压为 AC220V，作为电压采集信号和控制器外部供电电源。

一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统。

背景技术

[0002] 配电网是电网的重要组成部分，是控制和保证用户供电可靠性和供电质量的关键环节。我国配电网的网架设计、运行监控和试验研究相对输变电明显落后，是我国现代电网建设中最为薄弱的一个环节。近年来，随着大量分布式新能源、微网和多元化负荷接入配电网，传统配电网由无源网变为有源网，潮流由单向变为多向，配电网的运行特性与保护、控制策略日益复杂。由于配电网运行特性的复杂性，在进行理论分析、数字仿真的同时必须进行物理模拟试验研究，三者缺一不可。配电网动态模拟是分析电力系统特征、测试继电保护及二次设备的重要手段。配电网动态模拟试验可以在原型（10kV）线路上进行，也可以在等值低压模型（一般为 380 ～ 1000V）上模拟进行。此外，配电网动态模拟系统也是配电自动化终端功能及性能的在线测试平台。配电自动化系统是提高供电可靠性的重要手段，由一次设备、配电终端、通信网络和主站系统组成。配电自动化系统通过配电终端，实现对配电一次设备的远程监测和控制。配电终端生产厂家多、产品型号多，运行于室外环境，其产品质量的检测与控制十分重要。但目前电自动化系统的测试联调一般只能在现场 10kV 配电网上进行，可测试项目少、风险高且效率低，无法有效检测配电自动化系统存在的不足和缺陷。

实用新型内容

[0003] 本实用新型为了解决上述问题，提出了一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统，该系统综合考虑配电网动态特性研究与配电自动化主站系统及终端的测试需要，为研究配电网暂态特性、分析配电设备故障和进行配电自动化测试提供基础平台。

[0004] 为了实现上述目的，本实用新型采用如下技术方案：

[0005] 一种模块化配电网动态模拟与终端测试一体化系统，包括模拟组态屏、电源模块、线路模块、开关模块、负荷及无功补偿模块、分布电源模块、故障发生器模拟模块和配电终端模块；其中，模拟组态屏连接电源模块、线路模块、开关模块、负荷及无功补偿模块、分布电源模块、故障发生器模拟模块和配电终端模块；各个模块包括若干个不同的模拟器，所述模拟组态屏从屏体背面或侧面接入所有模拟器的两端进出线。

[0006] 所述电源模块，包括三相可编程交流电源、变压器模拟器和变压器接地单元模拟器；所述三相可编程交流电源的容量为 30kVA，电压、频率及初始相位可调，每相电压可调范围 0—300V，电源频率可调范围 45-65Hz。

[0007] 所述变压器接地单元模拟器通过内置开关接入所述三相变压器中性点抽头，可模拟中性点不接地、小电阻接地或消弧线圈接地方式，不同接地方式通过手动操作改变。

[0008] 所述线路模块，包括出线断路器、架空线路模拟器、电缆线路模拟器和电缆分支线路模拟器。

[0009] 所述出线断路器连接所述三相变压器出线，额定电流 63A，可手动或遥控分合，具备完善的保护功能，包括速断保护、定时限速断保护和过流保护。

[0010] 所述开关模块，包括电压型开关模拟器、电流型开关模拟器、环网柜模拟器和分界开关模拟器。

[0011] 所述负荷及无功补偿模块，包括三相可编程负荷模拟器和无功补偿模拟器；所述三相可编程负荷模拟器为三相隔离变压器，采用干式变压器，变比为 400V/400V，容量 30kVA；中性点抽头引出，可选取“Yy”或“Yd”接线方式。

[0012] 所述配电终端模块，包括保护测控装置、电压型开关控制器、电流型开关控制器、环网柜控制器和分界开关控制器；

[0013] 所述故障发生器模块包括三相可编程故障发生器，所述分布电源模块包括分布式电源模拟器；所述三相可编程故障模拟器进线端配带延时投入继电器的手动断路器，手动投入故障，故障持续时间可设置，模拟各种类型的配电线路故障：包括相间短路、三相短路、单相接地、两相接地和三相接地故障，每个短路回路配备限流电阻，限流值为 30A，设备可远程或本地控制，可编程设置和自动转换故障类型。

[0014] 所述电压型开关模拟器，用于模拟电压型分段开关，可手动遥控分合；电压型分段开关配置 A、B、C 三相 CT，CT 变比 10:5；开关电源侧和负荷侧安装 AB、BC 相间 PT，PT 二次侧输出电压为 AC220V，作为电压采集信号和控制器外部供电电源。

[0015] 本实用新型的有益效果为：

[0016] 1. 可组合模拟实际 10kV 配电线路，实现电源波动、负荷曲线和故障类型的可编程设置，可用于实验室研究配电网稳态与暂态特性，以及配电自动化终端的在线测试，具有很高的扩展性和灵活性；

[0017] 2. 根据所研究的实际 10kV 配电线路，通过模拟组态屏，组合出相应的配电网模拟测试系统，通过模拟配电网不同接地方式下正常运行、停送电操作、电源波动、接地或短路故障，记录并研究配电网暂态及稳态运行特性；此外，该系统还能模拟馈线自动化动作及处理过程，测试配电自动化开关控制器的功能与性能。

附图说明

[0018] 图 1 为本实用新型的系统组成结构示意图；

[0019] 图 2 为本实用新型的模拟两个变电站和 2 条手拉手线路的接线图。

[0020] 其中，1. 模拟组态屏，2. 电源模块，3. 线路模块，4. 开关模块，5. 负荷及无功补偿模块，6. 分布电源模块，7. 故障发生器，8. 配电终端，9. 三相可编程交流电源，10. 变压器模拟器，11. 变压器接地单元模拟器，12. 出线断路器，13. 架空路模拟器，14. 电缆线路模拟器，15. 电缆分支线路模拟器，16. 电压型开关模拟器，17. 电流型开关模拟器，18. 环网柜模拟器，19. 分界开关模拟器，20. 三相可编程负荷模拟器，21. 无功补偿模拟器，22. 分布式电源模拟器，23. 三相可编程故障模拟器，24. 故障录波器，25. 保护测控装置，26. 电压型开关模拟器，27. 电流型开关模拟器，28. 环网柜控制器，29. 分界开关控制器。

具体实施方式：

[0021] 下面结合附图与实施例对本实用新型作进一步说明。

[0022] 如图 1 所示，本实用新型采用以下技术方案，配电网动态模拟与配电自动化测试一体化系统由模拟组态屏 1、电源模块 2、线路模块 3、开关模块 4、负荷及无功补偿模块 5、分布电源模块 6、故障发生器 7 和配电终端 8 组成。所述电源模块 2 由三相可编程交流电源、变压器模拟器、变压器接地单元模拟器组成；所述线路模块 3 由出线断路器、架空线路模拟器、电缆线路模拟器 14、电缆分支线路模拟器 15 组成；所述开关模块 4 由电压型开关模拟器 16、电流型开关模拟器 17、环网柜模拟器 18、分界开关模拟器 19 组成；负荷及无功补偿模块 5 由三相可编程负荷模拟器 20 和无功补偿模拟器 21 组成；分布电源模块 6 由分布式电源模拟器组成；故障发生器 7 模块由三相可编程故障发生器组成；配电终端 8 模块由保护测控装置、电压型开关控制器、电流型开关控制器、环网柜控制器、分界开关控制器组成。

[0023] 所述模拟组态屏 1 从屏体背面或侧面接入所有模拟器的两端进出线，分别连接到组态屏前面板上一体式三相插孔，通过三相插头连接线进行各模拟器连接方式的自由组合，可模拟不同接线方式的配电线路，以及配电线路上负荷及无功补偿模块 5、分布电源模块 6、故障发生器 7 模块的不同接入位置。

[0024] 所述三相可编程交流电源 9 的容量为 30kVA，电压、频率及初始相位可调，可遥控投入和退出。每相电压可调范围 0—300V，电源频率可调范围 45-65Hz。具备承受短时故障电流的冲击能力；具备自保护能力，能够在电流大到一定程度时自动切断电源。

[0025] 所述三相变压器模拟器 10 为三相隔离变压器，采用干式变压器，变比为 400V/400V，容量 30kVA；中性点抽头引出，可选取“Yy”或“Yd”接线方式。具备承受短时故障电流的冲击和自保护能力。

[0026] 所述变压器接地单元模拟器 11，由电阻、电抗、电容组成 RLC 负荷，其电阻、电抗、电容参数可调。所述变压器接地单元通过内置开关接入所述三相变压器中性点抽头，可模拟中性点不接地、小电阻接地或消弧线圈接地方式，不同接地方式通过手动操作控制。

[0027] 所述变电站出线断路器 12 模拟变电站 10kV 线路出线断路器，接至所述三相变压器出线，额定电流 63A，可手动或遥控分合。出线断路器配置保护测控装置，具备完善的保护功能，包括速断保护、定时限速断保护、过流保护。

[0028] 所述架空线路模拟器 13 模拟一段长度为 2km、截面积 240mm^2 的三相铝质架空绝缘线路，采用 RLC 串并联设计，额定电流为 30A，短路容量为 100-250A。

[0029] 所述电缆线路模拟器 14 模拟一段长度为 1km、模拟截面积 240mm^2 三相铜质电缆线路，采用采用 RLC 串并联设计，额定电流为 30A，短路容量为 100-250A。

[0030] 所述电缆分支线路模拟器 15 模拟一段长度为 0.5km、模拟截面积 120mm^2 三相铜质电缆线路，采用采用 RLC 串并联设计，额定电流为 15A，短路容量为 50-120A。

[0031] 所述电压型分段开关模拟器 16 模拟电压型分段开关，可手动遥控分合。电压型分段开关配置 A、B、C 三相 CT，CT 变比 10:5；开关电源侧和负荷侧安装 AB、BC 相间 PT，PT 二次侧输出电压为 AC220V，作为电压采集信号和控制器外部供电电源。电压型分段开关具备“来电保持、无压释放”的特点，当开关一端带电时，电压型开关控制器的合闸回路输出 AC220V，该电压使电压型分段开关保持合位，当控制器合闸回路输出电压小于 AC80V（线路无压或发生短路故障时），电压型分段开关即自动分开。电压型分段开关模拟器的配套控制器为电压型分段开关控制器，电压型分段开关与其控制器通过通讯线缆相连。

[0032] 所述电流型分段开关 17 模拟配电网电流型分段开关，其配套控制器为电流型控

制器，模拟器与控制器通过通讯线缆线相连。电流型分段开关的电源侧和负荷侧安装 AB、BC 相间 PT，作为电压采集信号和控制器外部供电电源。PT 变比 380/220，二次侧输出电压为 220V，容量 200VA。线路首端的分段开关只接电源侧 AB 相 PT。配置 A、B、C 三相 CT，CT 变比 10 :5。

[0033] 所述分界开关模拟器 19 模拟用户分界开关，可手动或遥控分，但仅能手动合。其配套控制器为分界开关控制器，分界开关控制器通过航空插头和电缆线与分界开关模拟器相连。配置 A、C 相和零序 CT，CT 变比 10:1 ；开关电源侧安装 BC 相间 PT，PT 二次侧输出电压为 AC220V，作为电压采集信号和控制器外部供电电源。

[0034] 所述环网柜模拟器 18 模拟 2 进 2 出环网柜，由 2 个进线开关、2 个出线开关和公共母线组成。进线开关采集 A、B、C 三相电流，出线开关采集 A、C 相和零序电流，母线采集 3 个线电压。环网柜模拟器配套控制器为环网柜控制器。

[0035] 所述三相可编程负荷模拟器 20 采用可编程 RLC 模拟装置，模拟器功率 0-6kVA 可调，具备自保护能力，组屏安装。阻性负载、容性负载、感性负载独立可调，阻性、感性、容性部分可自由组合 ；模拟负载装置吸收的有功、无功、功率因数静态或稳态分相可调 ；同时能够根据事先设定的负荷特性或负荷预测曲线在不同的时间点处分相波动。通过遥控或手动控制，可投切单相、两相或三相负荷，以模拟配网三相负荷不平衡情况。阻性负载 ：单相 ：0.1KW、0.2kw、0.3KW、0.4kw 合计 1kw，三相合计 3KW。感性负载 ：单相 ：0.1KVA、0.2KVA、0.3KVA、0.4KVA 合计 1KVA，三相合计 3KVA。容性负载 ：单相 ：0.1KVA、0.2KVA、0.3KVA、0.4KVA 合计 1KVA，三相合计 3KVA。带有参数测量功能，能测试加载的电压、电流、有功、无功、功率因素、三相不平衡、谐波等参数。

[0036] 所述无功补偿模拟器 21 补偿容量在 0-3kVar，分相、分组可调，以并联或串联方式接入，具备承受短时故障电流冲击和自保护能力。

[0037] 所述分布式电源模拟器容量 0-6kW 可调节，由直流可编程电源和三相并网逆变器组成，可模拟各类 DG 的出力特性和并网控制策略，有功、无功及谐波可调节并在设定的出力预测曲线的不同时间点处波动，具备承受短时故障电流冲击和自保护能力。测试带有新能源接入的电网，在电网故障时候，新能源接入自身保护特性对电网的影响。

[0038] 所述三相可编程故障模拟器进线端配带延时投入继电器的手动断路器，手动投入故障，故障持续时间可设置。能模拟各种类型的配电线路故障 ：包括相间短路、三相短路、单相接地、两相接地、三相接地等故障。每个短路回路配备限流电阻，限流值为 30A，设备可远程或本地控制，可编程设置和自动转换故障类型。

[0039] 所述故障录波器通过高速采样计算配电网运行时的所监测点的电压、电流等参数，当系统发生故障或振荡（短路、接地、系统振荡、频率崩溃、电压崩溃等）时，对故障时刻前后的数据采集波形进行录波。

[0040] 以上配电网设备模拟器均采用模块化设计，进出主接线为三相插接口，模拟开关控制器内置 PT 和 CT，各模拟器内部状态采集及控制回路外部接口统一。

[0041] 模块化配电网动态模拟与配电终端测试一体化系统的工作方法 ：本方案可模拟多个变电站的多条配电线路出线，组成一个小型配电网络，进行配电网动态运行特性的模拟和配电终端的测试。所述三相可编程交流电源作为上级电源点，接入所述变压器模拟器，变压器接地单元模拟器可模拟中性不接地、经消弧线圈接地和小电阻接地等多种中性点接

地方式。所述出线断路器模拟变电站出线开关，接入变压器模拟器的出线侧。配电线路由多个架空线路模拟器、电缆线路模拟器通过开关模拟器（包括电压型开关模拟器、电流型开关模拟器、环网柜模拟器）相连接，组成模拟架空线路、电缆线路或架空与电缆的混合线路。所述三相可编程负荷模拟器作为用户负荷通过所述分界开关接入配电线路，用于模拟用户负荷。所述三相可编程故障模拟器按预设的故障点接入，可模拟各种配电线路故障。所述配电终端与相应的分段开关模拟器、环网柜模拟器和分界开关模拟器相连。通过所述三相可编程交流电源模拟配电网外部电源的波动，通过所述三相可编程负荷模拟器，预先设定负荷曲线，模拟各种负荷波动情况。所述三相可编程故障模拟器可模拟配电网单相接地、两相接地、两相接地短路、三相接地和三相接地短路等故障类型，故障类型预先设定后，通过遥控操作启动故障。通过改变模拟配电网的负荷和故障情况，测试所述配电终端的实时监测和保护功能。

[0042] 如图 2 所示，模块化配电网动态模拟与配电终端测试一体化系统，模拟 2 个变电站 ：站 A 与站 B，站 A 出线 2 条，分别为 1# 架空线路、2# 架空线路 ；站 B 出线 2 条，分别为 1# 电缆线路、2# 电缆线路。站 A 与站 B 的模拟电源系统，分别由三相可编程交流电源 9、变压器模拟器 10、变压器接地单元模拟器 11 组成。

[0043] 1# 架空线路以站 A 出线断路器 12 为起点，由 4 段架空线路模拟器和 4 个电压型开关模拟器依次相连，每个电压型开关模拟器配置一个电压型开关控制器 26，1# 架空线路前 3 个电压型开关模拟器正常运行时处于合位，最后一个电压型开关模拟器作为与 1# 电缆线路的联络开关使用，正常运行时为分位。

[0044] 2# 架空线路以站 A 出线断路器 12 为起点，由 4 段架空线路模拟器和 4 个电流型开关模拟器依次相连，每个电流型开关模拟器配置一个电流型开关控制器 27，2# 架空线路前 3 个电流型开关模拟器正常运行时处于合位，最后一个电流型开关模拟器作为与 2# 电缆线路的联络开关使用，正常运行时为分位。

[0045] 1# 电缆线路以站 B 出线断路器 12 为起点，由 3 段电缆线路模拟器和 2 个环网柜模拟器组成，每个环网柜模拟器配置一个环网柜控制器 28，环网柜控制器的两个进线开关正常工作时均处于合位，两个出线开关根据需要设定。

[0046] 2# 电缆线路以站 B 出线断路器 12 为起点，由 3 段电缆线路模拟器和 2 个环网柜模拟器组成，每个环网柜模拟器配置一个环网柜控制器，环网柜控制器的两个进线开关正常工作时均处于合位，两个出线开关根据需要设定。

[0047] 1# 架空线路与 1# 电缆线路以一个电压型开关模拟器作为联络开关，形成手拉手线路 ；2# 架空线路与 2# 电缆线路以一个电流型开关模拟器作为联络开关，形成手拉手线路。

[0048] 4 个三相可编程负荷模拟器 29 通过分界开关 19 与电缆分支线路模拟器 15 分别连接到 2 条架空线路和 2 条电缆线路，用来模拟配电网负荷变化情况。1 个就地型无功补偿模拟器 21 接入 2# 架空线路 ；2 台分布式能源发电模拟器 22 分别接入 1# 和 2# 架空线路，用于模拟小功率分布新能源发电接入对配电网的影响。

[0049] 2 个三相可编程故障模拟器 23 分别接入 2# 架空线路和 1# 电缆线路，用于模拟配电线路接地及短路故障，2 个三相可编程故障模拟器可依次或同时模拟配电线路两个并发或继发故障。2 个故障录波装置 24 分别接入架空线路和电缆线路的电压及电流信号，可以

不同频率记录配电线路正常运行及故障时电压及电流波形。

[0050] 本实用新型在满足电力系统相似判据的条件下，按等比缩小容量的原则，采用400V低压设备模拟10kV配电网实际设备，设计出一系列模块化的配电网设备模拟器，根据所研究的实际10kV配电线路接线情况，组合出与实际配电线路一致的配电网模拟测试系统。

[0051] 如图2所示，本实用新型模拟了配电网两条手拉手线路，1#架空线路与1#电缆线路通过电压型开关9联络；2#架空线路与2#电缆线路通过电流型开关13联络。所述三相可编程交流电源9、变压器模拟器10、变压器接地单元模拟器11、出线断路器12组成电源系统，模拟配电线路上级变电站。三相可编程交流电源9可通过编程或手动调整来模拟电源功率、电压幅值、频率及相角的变化。变压器接地单元模拟器可模拟配电线路不接地、消弧线圈接地或直接接地等不同接地方式。出线断路器12及其保护测控装置25具备三段过流保护功能。

[0052] 所述三相可编程负荷模拟器20通过分界开关模拟器19和电缆分支线路模拟器15接入配电网，用户负荷曲线可编程设置，用来模拟配电线路负荷的变化。所述三相可编程故障模拟器20可接入架空线路模拟器、电缆线路模拟器或电缆分支线路模拟器的任意端节点，预设接地或短路故障后，通过远程或手动遥控投入故障。所述无功补偿模拟器21可根据所监测节点的电压大小，控制无功补偿模拟器内部大容量关联电容的投切，进行就地无功补偿。所述分布式能源发电模拟器22可根据风电、光伏等新能源发电的能量输出和调节特点，设置电压及电流输出曲线，模拟分布式新能源发电与配电网的并网运行情况。

[0053] 上述虽然结合附图对本实用新型的具体实施方式进行了描述，但并非对本实用新型保护范围的限制，所属领域技术人员应该明白，在本实用新型的技术方案的基础上，本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本实用新型的保护范围以内。

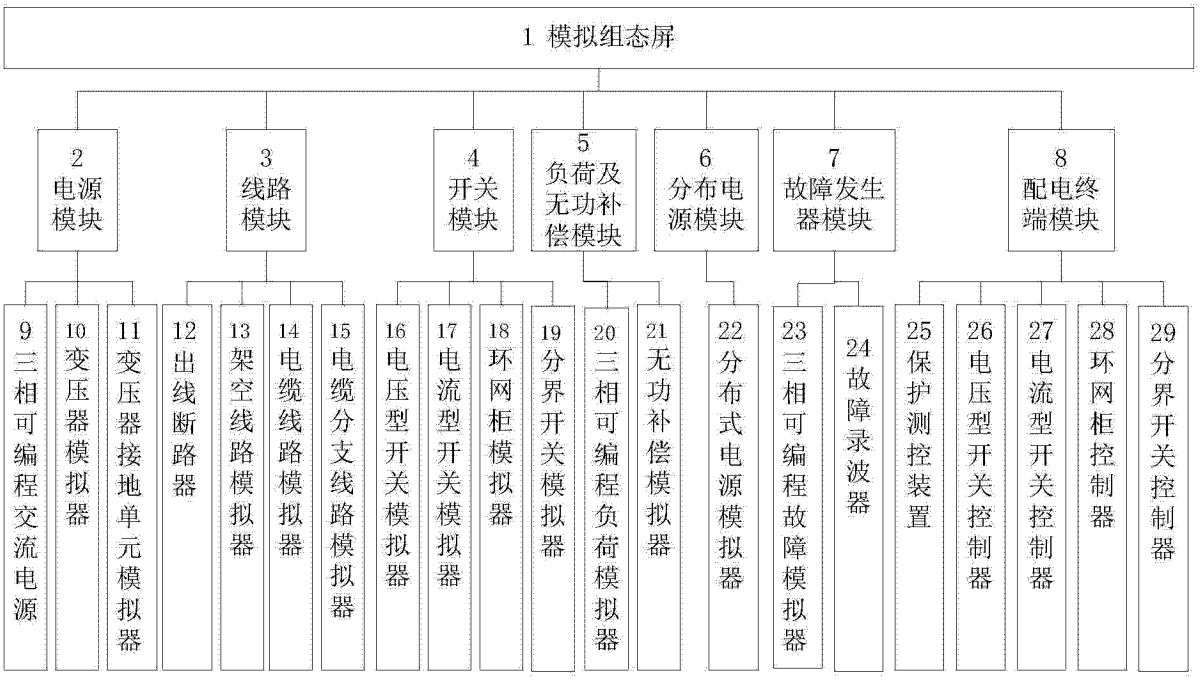

1 模拟组态屏
2 电源模块
3 线路模块
4 开关模块
5 负荷及无功补偿模块
6 分布电源模块
7 故障发生器模块
8 配电终端模块
9 三相可编程交流电源
10 变压器模拟器
11 变压器接地单元模拟器
12 出线断路器
13 架空线路模拟器
14 电缆线路模拟器
15 电缆分支线路模拟器
16 电压型开关模拟器
17 电流型开关模拟器
18 环网柜模拟器
19 分界开关模拟器
20 三相可编程负荷模拟器
21 无功补偿模拟器
22 分布式电源模拟器
23 三相可编程故障模拟器
24 故障录波器
25 保护测控装置
26 电压型开关控制器
27 集中型开关控制器
28 环网柜控制器
29 分界开关控制器

图 1

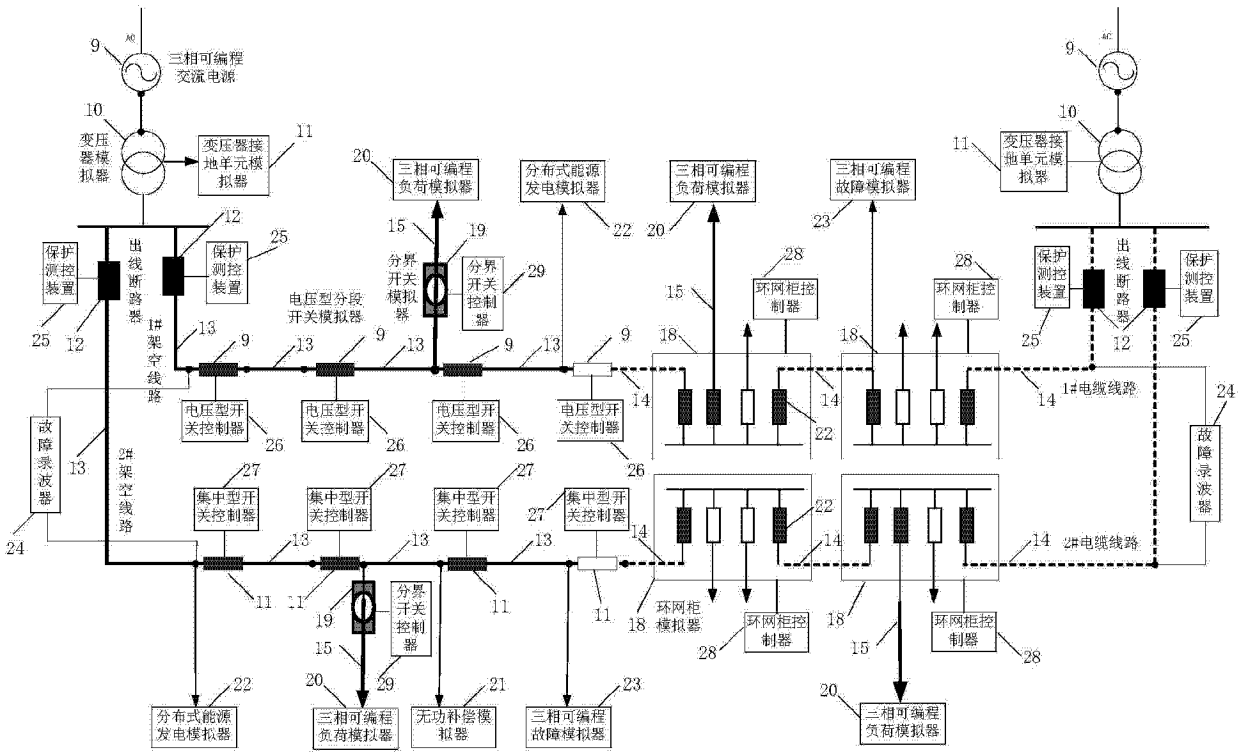

三相可编程交流电源
变压器模拟器
变压器接地单元模拟器
保护测控装置
出线断路器
1#架空线路
2#架空线路
电压型分段开关模拟器
分界开关模拟器
分界开关控制器
三相可编程负荷模拟器
分布式能源发电模拟器
三相可编程故障模拟器
环网柜控制器
环网柜模拟器
电压型开关控制器
集中型开关控制器
故障录波器
1#电缆线路
2#电缆线路
无功补偿模拟器

图 2