

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 3 月 12 日 (12.03.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/032288 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01R 31/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/085360
- (22) 国际申请日: 2014 年 8 月 28 日 (28.08.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310400337.7 2013 年 9 月 5 日 (05.09.2013) CN
- (71) 申请人: 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。 中国电力科学研究院 (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。
- (72) 发明人: 张艳 (ZHANG, Yan); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 张星 (ZHANG, Xing); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 李亚楼 (LI, Yalou); 中

国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 朱旭凯 (ZHU, Xukai); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 田芳 (TIAN, Fang); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 徐得超 (XU, Dechao); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 王峰 (WANG, Feng); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 刘子新 (LIU, Zixin); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 彭红英 (PENG, Hongying); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 陈绪江 (CHEN, Xujiang); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。

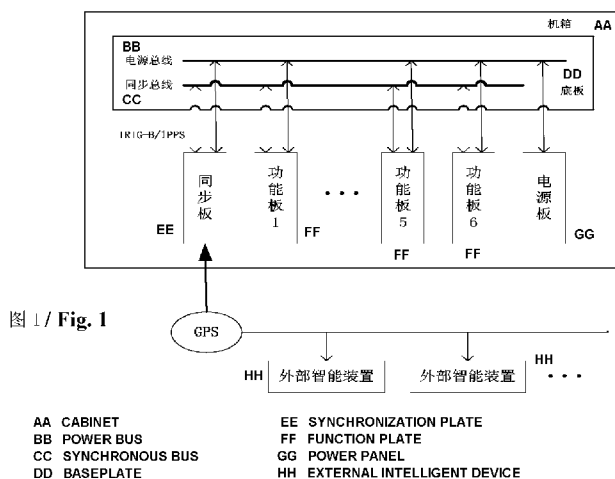
- (74) 代理人: 北京安博达知识产权代理有限公司 (AM-BOYNA INTELLECTUAL PROPERTY AGENT CO., LTD.); 中国北京市海淀区大钟寺 13 号院 1 号楼华杰大厦 B215 号, Beijing 100098 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

[见续页]

(54) Title: INTELLIGENT SUBSTATION SECONDARY EQUIPMENT TEST PLATFORM BASED ON ALL-DIGITAL REAL-TIME SIMULATION

(54) 发明名称: 一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台



(57) Abstract: An intelligent substation secondary equipment test platform based on all-digital real-time simulation; a real-time data forwarding platform comprises a digital interface device; the digital interface device comprises a cabinet, and a baseplate, a power panel and a synchronization plate, and from 1 to 6 function plates located inside the cabinet; the baseplate provides a power bus and a synchronous bus to the digital interface device via the plugged in power panel and synchronization plate; the digital interface device performs Ethernet communication with a simulation system computing platform via a 100M exchange chip; the synchronization plate receives an external synchronization signal and transmits the decoded external synchronization signal to the synchronous bus; and all the function plates are connected to the synchronous bus to ensure clock synchronization. The real-time data forwarding platform employs a digital interface device having a cabinet structure, and selects the number of function plates inserted in the digital interface device according to the size of the scale of a measured intelligent substation.

(57) 摘要:

[见续页]



GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台, 实时数据转发平台包括数字化接口装置, 数字化接口装置包括机箱以及位于机箱内部的底板、电源板、同步板和数量为 1~6 个的功能板; 底板通过插接上的电源板和同步板为数字化接口装置提供电源总线和同步总线; 数字化接口装置通过百兆交换芯片与仿真系统计算平台进行以太网通信; 同步板接收外部的同步信号, 解码后发送到同步总线上; 所有的功能板均连接同步总线保证时钟同步。上述实时数据转发平台采用的是机箱结构的数字化接口装置, 可以根据被测智能变电站规模的大小来选择数字化接口装置中插入的功能板的数目。

一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台

技术领域

本发明涉及智能变电站领域，具体涉及一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台。

背景技术

智能变电站与常规变电站在数据采集、设备连接等方面存在较大差异，智能保护装置通过合并单元采集电子互感器的数字化电压和电流信号，不再使用隔离变换、滤波、采样保持等硬件模块，而跳合闸信号的传输也由电缆硬接线方式改为光纤以太网连接，因此传统的变电站测试技术不能直接适用于智能变电站测试。为实现对智能变电站的测试或试验，测试工具或系统应能够提供符合 IEC61850 标准的数字化电压和电流信息，满足互操作性要求，并可以模拟电力系统不同类型故障及其暂态过程。目前已有的测试方法包括数字化保护测试仪、动态模拟试验和数字实时仿真试验等。

常规的数字化保护测试仪测试规模较小，且不能进行动态闭环试验，智能满足对单装置进行检测的简单功能；动态模拟试验投资较大，试验平台场地较大，且国内的动模试验有限，不具备成为智能变电站系统调试主流方法的基本条件；因此基于数字实时仿真的智能变电站二次设备测试技术将成为以后的发展趋势。

基于数字实时仿真的智能变电站二次设备测试平台主要包括电力系统实时仿真技术和数据实时转发平台，通过实时仿真技术可以动态模拟电力系统各种过程，接入实际数字化装置进行试验。电力系统实时仿真技术通常基于高性能计算平台，计算平台包括多个计算核心，多个计算核心通过高速并行通信网络（myrinet/infiniband）互连，基于并行计算实现电力系统的实时仿真计算。

在仿真开始前，通过仿真软件对被测系统进行合并单元和智能终端建模，并通过离线接口将所有参与仿真的模型转换成为符合 IEC61850 格式的报文，仿真开始初期，计算平台将所有报文通过千兆以太网发送到数据实时转发平台（数字化接口装置）内存中，计算平台和数字化接口装置在每一仿真周期交换一次数据：计算平台实时发送报文中变位的通信信息，数字化接口装置接收到以后，在下一个时钟上升沿将更新后的 IEC61850 报文发送给外部智能装置，同时接收来自外部智能装置的 GOOSE 报文，解析为计算平台可识别的仿真报文并发送给计算平台，计算平台在下一时步的仿真计算中使用该变量。数字接口装置对下跟实时仿真系统进行通信，进行实时变位信息的交互，同时获取仿真数据；对上跟遵循 IEC61850 的 IED 通信，负责将符合 IEC61850-9-1/2、IEC60044-7/8 的采样值（SMV）传送给 IED、并将 GOOSE 发布传送给 IED，

建立 GOOSE 网链路，同时接收 IED 的 GOOSE 跳闸报文，将跳闸信息返回给实时仿真系统。

智能变电站同步主要分为两大类：一是单一变电站内各种保护测控装置之间的同步；二是相关联变电站之间的同步，比如线路光纤纵差保护需要线路两侧的保护装置保持着高精度的时间同步。数字化接口装置作为实时计算平台和外部智能装置之间的信号转发接口，数字化接口装置的技术指标直接关系到实时仿真试验的准确性。数字化接口的转换精度不高、转换时序不精确会在试验中引入误差；数字化接口的转换速率较低会导致仿真步长不能设置较小值。全数字实时仿真系统中计算平台和物理接口交换数据的周期非常短（典型值为 50-250 微秒），在一个周期内数字化接口要按照精确的时序完成所有通道的数据转换，并和计算平台中一个或多个计算核心交换数据。此外，数字化接口装置必须满足 IEC61850 通讯标准，能识别外部 IED（Intelligent Electronic Device，智能电子设备），能收发满足 IEC61850 的报文数据，这些都对数字化接口设计提出了很高的要求。

发明内容

本发明涉及一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台，包括仿真系统计算平台和实时数据转发平台，所述实时数据转发平台包括数字化接口装置，所述数字化接口装置包括机箱、底板、电源板、同步板和数量为 1~6 个的功能板；

所述电源板、同步板和功能板均垂直插接在所述底板上；

所述底板通过插接上的所述电源板和所述同步板为所述数字化接口装置提供电源总线和同步总线；所述底板上还设有百兆交换芯片，所述数字化接口装置通过所述百兆交换芯片与所述仿真系统计算平台进行以太网通信；

所述同步板包括 2 个 FT3 接收端口，接收外部的同步信号，解码后发送到所述同步总线上；

所有的所述功能板均连接所述同步总线保证时钟同步，所述功能板包括两块背扣的协议转换板，外围接口包括电口、光以太网口和 FT3 口，连接被测智能变电站系统的 IED，同步地把所述仿真系统计算平台产生的电压、电流、开关状态的数据解析成符合 IEC61850-9-1/2、IEC60044-7/8 或 GOOSE 格式的报文发送给所述被测智能变电站系统，同时接收所述被测智能变电站系统反馈的 GOOSE 跳闸信息。

本发明提供的第一优选实施例中：所述电源板、同步板或者功能板与底板之间均为 CPCI 的接口类型，插卡方式为后插；

所述数字化接口装置的机箱为 8U、标准 19 英寸全铝国际标准机箱；

所述机箱面板配有电源开关、装置工作状态指示灯。

本发明提供的第二优选实施例中：所述同步板接入的同步信号为 GPS 信号，支持 IEEE1588、IRIG-B、1PPS 对时方式。

本发明提供的第三优选实施例中：所述试验平台进行闭环仿真过程中：

所述仿真系统计算平台以所述实时数据转发平台的同步信号为运行时基，每隔 250us 通过千兆以太网口向所述实时数据转发平台发送一次 SMV 和 GOOSE 发布报文，将当前电网信息与开关位置等信息传送给智能 IED 装置，同时接收一次 GOOSE 订阅报文，来检测是否有动作、控制的信息，并代入计算程序中在下次数据交换时间到来之前完成计算，完成一次闭环过程。

本发明提供的第四优选实施例中：每个所述功能板的外围接口包括一个电口、8 个光以太网口和 8 个 FT3 口，最大能够模拟 8 组 IEC61850-9-1/2、8 组 FT3、12 组 GOOSE 发布和 5 组 GOOSE 订阅；

一个所述数字化接口装置最多模拟 48 组 IEC61850-9-1/2、48 组 FT3、72 组 GOOSE 发布和 30 组 GOOSE 订阅模型。

本发明提供的第五优选实施例中：所述实时数据转发平台包含的所述数字化接口装置的数量大于 1 时，所有所述数字化接口装置均以外部同步信号为时基同步运行，所述多个数字化接口装置通过千兆以太网连接在一台或者多台服务器上；

所述多个数字化接口装置连接在多台服务器上时，所述多台服务器中的一台为主服务器，在所述主服务器接收到中断信号时，通过所述主服务器并行计算环境，所有所述服务器同步与所述数字化接口装置进行同步通信。

本发明提供的第六优选实施例中：对于就地化保护，所述试验平台实行“点对点”传输方式对就地化保护进行试验检测，采样值和 GOOSE 分别配置到不同的输出通道；

对于站域保护和广域保护，所述试验平台支持组网传输模式，将所述被测智能变电站系统所需要的采样值/GOOSE 信息发送到采样值网络上，同时以组网方式接收所述被测智能变电站系统发送的 GOOSE 报文，所述试验平台基于外部 GPS 信号，实现与所述被测智能变电站系统同步运行。

本发明提供的第七优选实施例中：所述试验平台在所述实时数据转发平台侧通过硬件逻辑调整其输出的同步信号，来实现模拟通道抖动及网络阻塞等功能；在计算平台一侧，通过调整采样值计数器及仿真产生的数据源来实现丢帧、错步、失序、假数据和假品质等异常工况，来评判所述被测智能变电站在各种异常情况下的工作性能。

本发明提供的一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台的有益效果包括：

1、本发明提供的一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台，实时数据转发平台采用的是数字化接口装置，该数字化接口装置为 8U、标

准 19 英寸全铝国际标准机箱，便于携带，在实际操作中，该数字化接口装置只需要外接高性能服务器，运行计算程序作为仿真系统计算平台，同时接入同步信号即可完成智能变电站二次设备试验平台的搭建，并且可以根据被测智能变电站规模的大小来选择数字化接口装置中插入的功能板的数目，在一个数字化接口装置能提供的接口数目不能满足被测智能变电站的需求时，可以同时使用多个数字化接口装置进行试验，便于扩展，具备整站测试能力。

2、数字化接口装置通过外部接入的 GPS 信号进行时钟同步，支持 IEEE1588、IRIG-B、1PPS 对时方式，同步误差小于 80ns，多台接口装置同步、并联运行时，同步误差小于 1us。

3、数字化接口装置可以遵循 IEC61850 标准进行建模，每块功能板的可模拟电子式互感器、合并单元、智能断路器的功能集合，可以对就地化、站域、广域保护闭环测试。其测试报文格式符合国际标准的智能变电站规约及国内多样化的报文规约。

4、基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台，具有故障诊断、自动检测等功能，在实时数据转发平台侧通过硬件逻辑调整其输出的同步信号，来实现模拟通道抖动及网络阻塞等功能，在计算平台一侧，通过调整采样值计数器及仿真产生的数据源来实现丢帧、错步、失序、假数据和假品质等异常工况，来评判被测智能变电站在各种异常情况下的工作性能。

附图说明

如图 1 所示为本发明提供的一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台的结构示意图；

如图 2 所示为本发明提供的一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台接入被测变电站原理图；

如图 3 所示为本发明提供的一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台所对应的数字化接口装置接口规模示意图；

如图 4 所示为本发明提供的多个数字化接口装置并联运行时的连接图；

如图 5 所示为本发明提供的利用基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台进行就地化、站域、广域保护测试原理图；

如图 6 所示为本发明提供的利用基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台进行多种故障模拟示意图。

具体实施方式

下面根据附图对本发明的具体实施方式作进一步详细说明。

本发明提供一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台，包括仿真系统计算平台和实时数据转发平台，实时数据转发平台包括至少一个的数字化接口装置，如图 1 所示为本发明提供的一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台的数字化接口装置的结构示意图，由图 1 可知，该数

数字化接口装置包括机箱以及位于机箱内部的底板、电源板、同步板和数量为 1~6 个的功能板，底板位于机箱前部，电源板、同步板和功能板均垂直插接在底板上，该底板通过插接上的电源板和同步板为该数字化接口装置提供电源总线和同步总线，同时，该底板上还设有百兆交换芯片，该数字化接口装置通过该百兆交换芯片与仿真系统计算平台进行以太网通信。

同步板包括 2 个 FT3 接收端口，接收外部的同步信号，解码后发送到同步总线上，所有的功能板均连接该同步总线保证时钟同步，同步误差小于 80ns。功能板包括两块背扣的协议转换板，外围接口包括电口、光以太网口和 FT3 口，连接被测智能变电站系统的 IED，同步地把仿真系统计算平台产生的电压、电流、开关状态等数据解析成符合 IEC61850-9-1/2、IEC60044-7/8 或 GOOSE 格式的报文发送给外接被测智能变电站系统，同时也可以接收被测智能变电站系统反馈的 GOOSE 跳闸信息。

进一步的，数字化接口装置的机箱为 8U、标准 19 英寸全铝国际标准机箱，机箱面板配有电源开关、装置工作状态指示灯等。

同步板接入的同步信号为 GPS 信号，支持 IEEE1588、IRIG-B、1PPS 对时方式。

不同类型的功能板接口统一，用户可根据需要灵活配置不同类型插槽数目。数字化接口装置的底板上设置有 8 个插槽时，其中 2 个插槽用于插入该接口装置的专用电源板和同步板，其余 6 个可插入合适数量的功能板，电源板、同步板或者功能板与底板之间均为 CPCI（Compact Peripheral Component Interconnect）的接口类型，插卡方式为后插。

如图 2 所示为本发明提供的一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台接入被测变电站原理图，仿真过程中，仿真系统计算平台以实时数据转发平台的同步信号为运行时基，每隔 250us 通过千兆以太网口向实时数据转发平台发送一次 SMV 和 GOOSE 发布报文，将当前电网信息与开关位置等信息传送给智能 IED 装置，同时接收一次 GOOSE 订阅报文，来检测是否有动作、控制等信息，并代入计算程序中在下次数据交换时间到来之前完成计算，如此则完成了一次闭环过程。

每个功能板的外围接口包括一个电口、8 个光以太网口和 8 个 FT3 口，最大可模拟 8 组 IEC61850-9-1/2、8 组 FT3、12 组 GOOSE 发布和 5 组 GOOSE 订阅。一个数字化接口装置最多设置有 6 个功能板，整个数字化接口装置在插满板卡的情况下可以模拟 48 组 IEC61850-9-1/2、48 组 FT3、72 组 GOOSE 发布和 30 组 GOOSE 订阅模型，满足典型 220kV 变电站整站测试规模。

本发明提供的一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台，实时数据转发平台采用的是数字化接口装置，该数字化接口装置为 8U、标准 19 英寸全铝国际标准机箱，便于携带，在实际操作中，该数字化接口装置只需

要外接高性能服务器，运行计算程序作为仿真系统计算平台，同时接入同步信号即可完成智能变电站二次设备试验平台的搭建，如图 3 所示为本发明提供了一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台所对应的数字化接口装置接口规模示意图。

数字化接口装置内部可插入 1~6 个功能板，进行数据的交换，用户可以根据被测智能变电站规模的大小来选择插入功能板的数目，在被测智能变电站规模较大，一个数字化接口装置能提供的接口数目不能满足需求时，可以同时使用多个数字化接口装置进行试验，多个数字化接口装置可以通过千兆以太网连接在一台高性能服务器上，也可以连接在不同的高性能服务器上。如图 4 所示为本发明提供的多个数字化接口装置并联运行时的连接图。并联运行时，其中数字化接口装置 1 为主站，其它数字化接口装置为从站。整个系统的同步信号由外部同步源统一同步，所有数字化接口装置均以该同步信号为时基同步运行，在服务器 1 接收到中断信号时，通过服务器并行计算（MPI）环境，所有服务器同步与数字化接口装置进行同步通信，各个数字化接口装置的内部运行时序和独立运行时没有区别。

进一步的，如图 5 所示为本发明提供的利用基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台进行就地化、站域、广域保护测试原理图。

对于就地化保护，试验平台实行“点对点”传输方式对就地化保护进行试验检测，采样值和 GOOSE 分别配置到不同的输出通道。对于站域保护和广域保护，试验平台支持组网传输模式，可以将被测智能变电站系统所需要的采样值/GOOSE 等信息发送到采样值网络上，同时以组网方式接收被测智能变电站系统发送的 GOOSE 报文，试验平台基于外部 GPS 信号，实现与被测智能变电站系统同步运行，来保证测试方法的准确性与可靠性。

如图 6 所示为本发明提供的利用基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台进行多种故障模拟示意图。

基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台，具有故障诊断、自动检测等功能，在实时数据转发平台侧通过硬件逻辑调整其输出的同步信号，来实现模拟通道抖动及网络阻塞等功能，在计算平台一侧，通过调整采样值计数器及仿真产生的数据源来实现丢帧、错步、失序、假数据和假品质等异常工况，来评判被测智能变电站在各种异常情况下的工作性能。

根据本发明的基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台具备动模试验标准化电网模型、故障库和自动测试流程，实现了全过程或分步骤顺序测试技术，并自动生成最终的测试报告，全站的运行状态和故障情况仿真测试主要研究内容有：顺序控制、正常或紧急状态下的开关/刀闸操作、防误闭锁操作、无功优化控制、负荷优化控制、一次设备设定不同相别的短路故障等。

该试验平台可以模拟合并单元、智能终端以及电子式互感器的输出，不仅支持国际标准的 IEC61850-9-1/-9-2、IEC60044 及 GOOSE 规约，建模时自动导入 SCD 文件，并可人工修改报文格式，以便支持不同厂家的多样化的规约及国网公司的双 AD 报文格式。

最后应当说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制，尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解：依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换，而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

权 利 要 求 书

1.一种基于全数字实时仿真的智能变电站二次设备试验平台，包括仿真系统计算平台和实时数据转发平台，其特征在于，所述实时数据转发平台包括数字化接口装置，所述数字化接口装置包括机箱、底板、电源板、同步板和数量为1~6个的功能板；

所述电源板、同步板和功能板均垂直插接在所述底板上；

所述底板通过插接上的所述电源板和所述同步板为所述数字化接口装置提供电源总线和同步总线；所述底板上还设有百兆交换芯片，所述数字化接口装置通过所述百兆交换芯片与所述仿真系统计算平台进行以太网通信；

所述同步板包括2个FT3接收端口，接收外部的同步信号，解码后发送到所述同步总线上；

所有的所述功能板均连接所述同步总线保证时钟同步，所述功能板包括两块背扣的协议转换板，外围接口包括电口、光以太网口和FT3口，连接被测智能变电站系统的IED，同步地把所述仿真系统计算平台产生的电压、电流、开关状态的数据解析成符合IEC61850-9-1/2、IEC60044-7/8或GOOSE格式的报文发送给所述被测智能变电站系统，同时接收所述被测智能变电站系统反馈的GOOSE跳闸信息。

2.如权利要求1所述的试验平台，其特征在于，

所述电源板、同步板或者功能板与底板之间均为CPCI的接口类型，插卡方式为后插；

所述数字化接口装置的机箱为8U、标准19英寸全铝国际标准机箱；

所述机箱面板配有电源开关、装置工作状态指示灯。

3.如权利要求1所述的试验平台，其特征在于，所述同步板接入的同步信号为GPS信号，支持IEEE1588、IRIG-B、1PPS对时方式。

4.如权利要求1所述的试验平台，其特征在于，所述试验平台进行闭环仿真过程中：

所述仿真系统计算平台以所述实时数据转发平台的同步信号为运行时基，每隔250us通过千兆以太网口向所述实时数据转发平台发送一次SMV和GOOSE发布报文，将当前电网信息与开关位置的信息传送给智能IED装置，同时接收一次GOOSE订阅报文，来检测是否有动作、控制的信息，并代入计算程序中在下次数据交换时间到来之前完成计算，完成一次闭环过程。

5.如权利要求1所述的试验平台，其特征在于，每个所述功能板的外围接口包括一个电口、8个光以太网口和8个FT3口，最大能够模拟8组IEC61850-9-1/2、8组FT3、12组GOOSE发布和5组GOOSE订阅；

一个所述数字化接口装置最多模拟 48 组 IEC61850-9-1/2、48 组 FT3、72 组 GOOSE 发布和 30 组 GOOSE 订阅模型。

6.如权利要求 1 所述的试验平台，其特征在于，所述实时数据转发平台包含的所述数字化接口装置的数量大于 1 时，所有所述数字化接口装置均以外部同步信号为时基同步运行，所述多个数字化接口装置通过千兆以太网连接在一台或者多台服务器上；

所述多个数字化接口装置连接在多台服务器上时，所述多台服务器中的一台为主服务器，在所述主服务器接收到中断信号时，通过所述主服务器并行计算环境，所有所述服务器同步与所述数字化接口装置进行同步通信。

7.如权利要求 1 所述的试验平台，其特征在于，对于就地化保护，所述试验平台实行“点对点”传输方式对就地化保护进行试验检测，采样值和 GOOSE 分别配置到不同的输出通道；

对于站域保护和广域保护，所述试验平台支持组网传输模式，将所述被测智能变电站系统所需要的采样值/GOOSE 信息发送到采样值网络上，同时以组网方式接收所述被测智能变电站系统发送的 GOOSE 报文，所述试验平台基于外部 GPS 信号，实现与所述被测智能变电站系统同步运行。

8.如权利要求 1 所述的试验平台，其特征在于，所述试验平台在所述实时数据转发平台侧通过硬件逻辑调整其输出的同步信号，来实现模拟通道抖动及网络阻塞等功能；在计算平台一侧，通过调整采样值计数器及仿真产生的数据源来实现丢帧、错步、失序、假数据和假品质等异常工况，来评判所述被测智能变电站在各种异常情况下的工作性能。

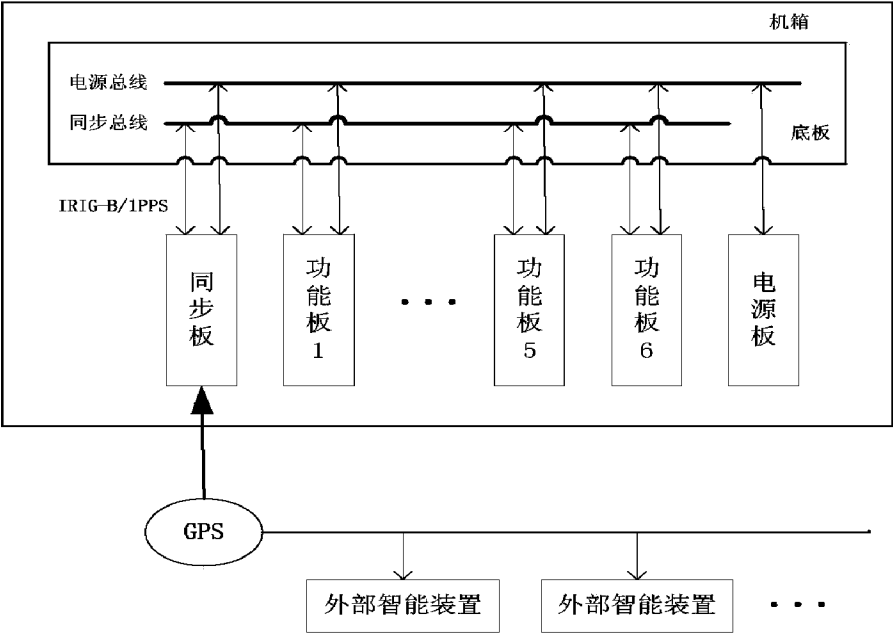


图 1

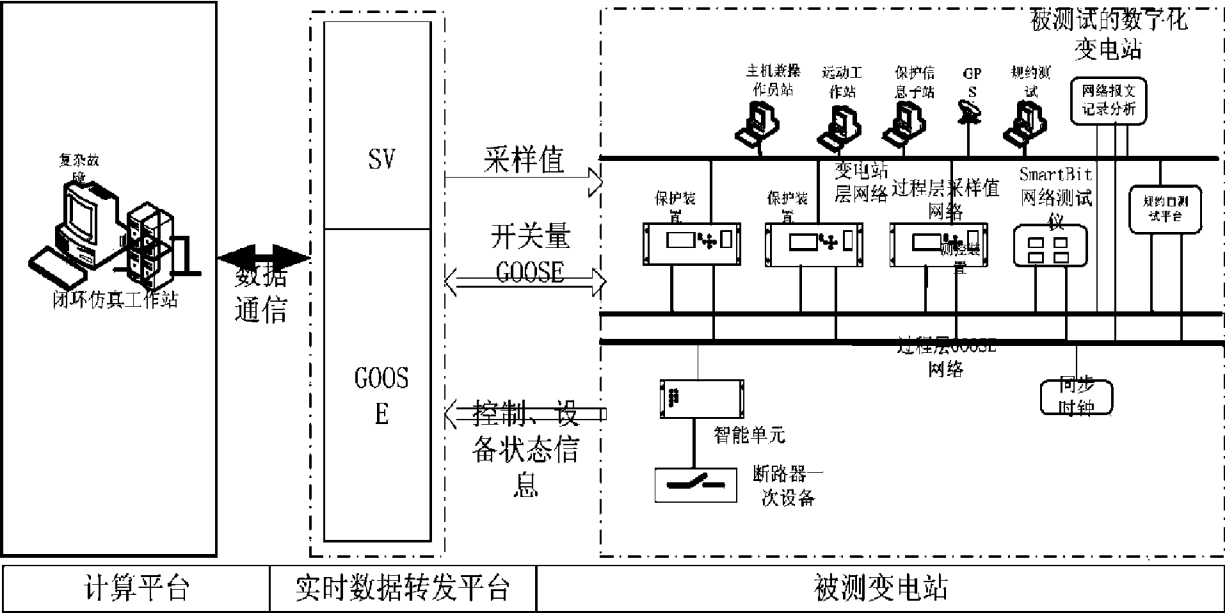


图 2

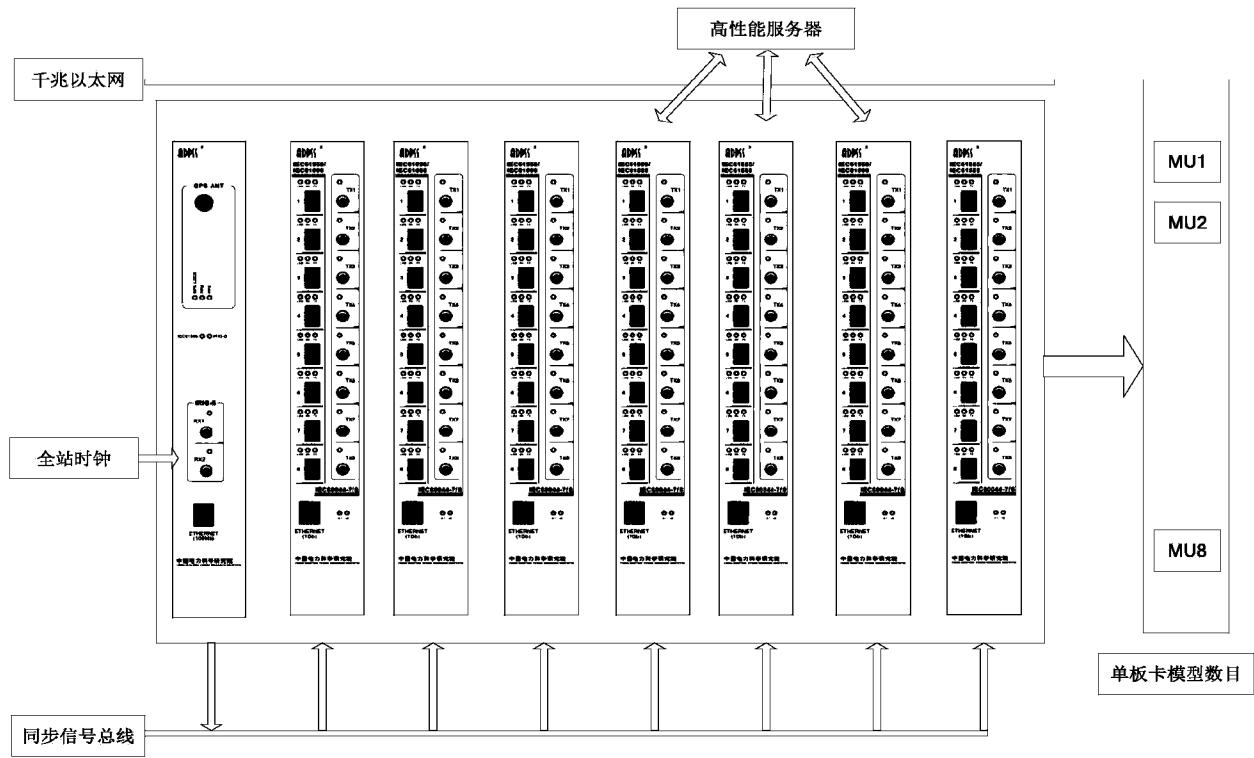


图 3

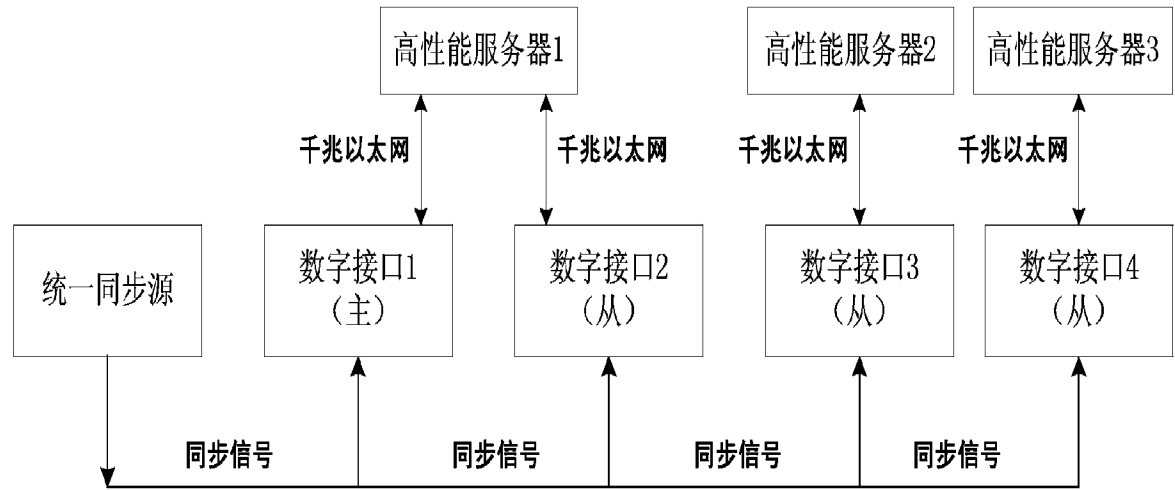


图 4

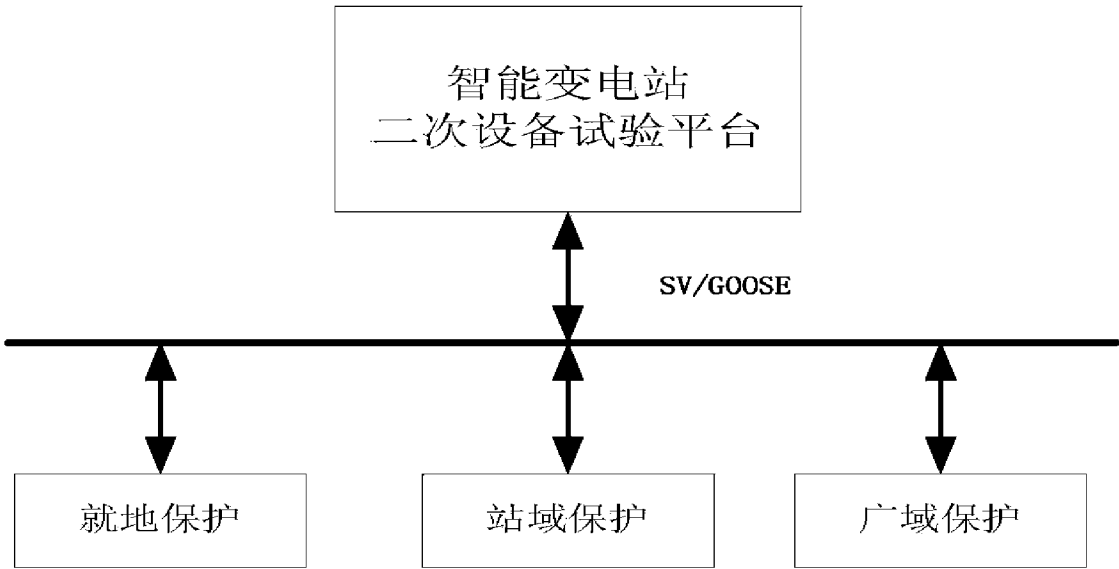


图 5

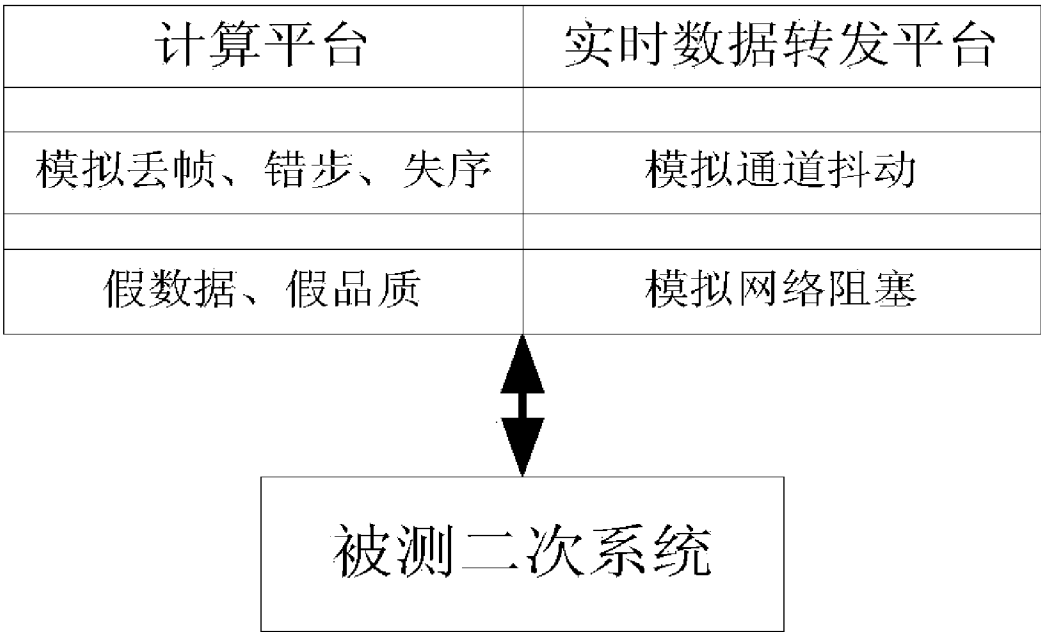


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/085360

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R; H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC, IEEE: IED, SUBSTATION, INTRLLIGENT, REAL, TIME, EMULAT+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103513130 A (STATE GRID CORPERATION OF CHINA) 15 January 2014 (15.01.2014) claims 1-8	1-8
Y	CN 103245855 A (STATE GRID CORPERATION OF CHINA) 14 August 2013 (14.08.2013) description, paragraphs [0016]-[0019] and figures 1-3	1-8
Y	CN 102608450 A (JIANGSU LINGCHUANG ELECTRIC ZUTOMATION CO., LTD.) 25 July 2012 (25.07.2012) description, paragraphs [0006]-[00184] and figures 1-4	1-8
A	CN 103076520 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE) 01 May 2013 (01.05.2013) the whole document	1-8
A	CN 101923126 A (NORTH CHINA GRID COMPANY LTD) 22 December 2010 (22.12.2010) the whole document	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 06 November 2014	Date of mailing of the international search report 25 November 2014
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Na Telephone No. (86-10) 61648133

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/085360

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2008183406 A1 (MYONGJI UNIVERSITY INDUSTRY AND ACADEMIA COOPERATION FPUNDATION) 31 July 2008 (31.07.2008) the whole document	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/085360

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103513130 A	15 January 2014	None	
CN 103245855 A	14 August 2013	None	
CN 102608450 A	25 July 2012	None	
CN 103076520 A	01 May 2013	None	
CN 101923126 A	22 December 2010	None	
US 2008183406 A1	31 July 2008	KR 100843130 B1	03 July 2008

A. 主题的分类 G01R 31/00(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G01R; H02J 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC, IEEE; 智能变电, 数字, 变电, 仿真, 实时, 同步, IED, SUBSTATION, INTELLIGENT, REAL, TIME, EMULAT+		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 103513130 A (国家电网公司等) 2014年 1月 15日 (2014 - 01 - 15) 权利要求1-8	1-8
Y	CN 103245855 A (国家电网公司等) 2013年 8月 14日 (2013 - 08 - 14) 说明书第0016-0019段及附图1-3	1-8
Y	CN 102608450 A (江苏凌创电气自动化股份有限公司) 2012年 7月 25日 (2012 - 07 - 25) 说明书第0006-00184段及附图1-4	1-8
A	CN 103076520 A (中国电力科学研究院等) 2013年 5月 01日 (2013 - 05 - 01) 全文	1-8
A	CN 101923126 A (华北电网有限公司等) 2010年 12月 22日 (2010 - 12 - 22) 全文	1-8
A	US 2008183406 A1 (MYONGJI UNIVERSITY INDUSTRY AND ACADEMIA COOPERATION FOUNDATION) 2008年 7月 31日 (2008 - 07 - 31) 全文	1-8
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2014年 11月 06日		国际检索报告邮寄日期 2014年 11月 25日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451		授权官员 李娜 电话号码 (86-10)61648133

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/085360

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	103513130	A	2014年 1月 15日	无	
CN	103245855	A	2013年 8月 14日	无	
CN	102608450	A	2012年 7月 25日	无	
CN	103076520	A	2013年 5月 01日	无	
CN	101923126	A	2010年 12月 22日	无	
US	2008183406	A1	2008年 7月 31日	KR 100843130 B1	2008年 7月 03日