(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 110299041 A
(43)申请公布日 2019.10.01

(21)申请号 201910458901.8

(22)申请日 2019.05.29

(71)申请人 国家电网有限公司技术学院分公司
地址 250002 山东省济南市市中区二环南路500号
申请人 国家电网有限公司
山东电力技术发展中心有限公司

(72)发明人 潘志远 李宏伟 郭方正

(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 杨晓冰

(51)Int.Cl.
G09B 9/00(2006.01)
G09B 23/18(2006.01)

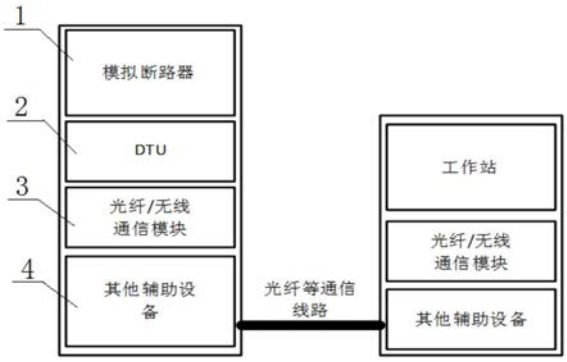
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54)发明名称

一种智能配电终端及通信运维一体化实训系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种智能配电终端及通信运维一体化实训系统及方法，可模拟实现断路器、地刀之间的连锁互动逻辑，模拟实现线路常见故障，使得相关运维人员增加现场处理问题的能力。该系统包括至少一个一体化实训机柜，一体化实训机柜包括柜体、设置在柜体内的至少四个模拟断路器、配电终端单元、通信模块和辅助设备，模拟断路器与配电终端单元连接，用于模拟断路器的分合闸操作、分合闸状态，以及断路器储能、地刀连锁操作；辅助设备与配电终端单元连接，用于控制配电终端单元采集断路器的电压、电流值以及工作状态；辅助设备还通过通信模块与其他一体化实训机柜、主站通信连接，实现一体化实训机柜之间以及一体化实训机柜与主站之间的信息交互。



CN 110299041 A

1.一种智能配电终端及通信运维一体化实训系统，其特征是，包括至少一个一体化实训机柜，所述一体化实训机柜包括柜体、设置在柜体内的至少四个模拟断路器、配电终端单元、通信模块和辅助设备，所述模拟断路器与配电终端单元连接，用于模拟断路器的分合闸操作、分合闸状态，以及断路器储能、地刀连锁操作；所述辅助设备与配电终端单元连接，用于控制配电终端单元采集断路器的电压、电流值以及工作状态；所述辅助设备还通过通信模块与其他一体化实训机柜、主站通信连接，实现一体化实训机柜之间以及一体化实训机柜与主站之间的信息交互。

2.根据权利要求1所述的智能配电终端及通信运维一体化实训系统，其特征是，所述一体化实训机柜还包括设置在柜体内的继电保护试验仪和变压器，所述变压器与模拟断路器的电源端连接，用于给模拟断路器提供三相电压；所述继电保护试验仪与模拟断路器的开关三相电流端子连接，用于给模拟断路器提供一次电流。

3.根据权利要求1所述的智能配电终端及通信运维一体化实训系统，其特征是，所述模拟断路器包括机箱、设置在机箱前面板上的至少四个故障设置区域、设置在机箱后面板上的至少四个终端接线区域、设置在机箱后面板上的继保仪输入接线区域以及设置在机箱内部的故障模拟电路。

4.根据权利要求3所述的智能配电终端及通信运维一体化实训系统，其特征是，所述故障设置区域包括分别与故障模拟电路连接的开关分合闸操作模拟模块、储能状态模拟模块、地刀通断模拟模块和开关故障模拟模块；

所述开关分合闸操作模拟模块包括带指示灯的开光合闸操作模拟按钮和带指示灯的开光分闸操作模拟按钮；

所述储能状态模拟模块包括储能位置信号灯和储能状态开关；

所述地刀通断模拟模块包括地刀位置信号灯和摇头开关；

所述开关故障模拟模块包括至少四个船型开关。

5.根据权利要求3所述的智能配电终端及通信运维一体化实训系统，其特征是，所述终端接线区域包括开关进线端子、开关出线端子、开关三相电流端子和开关遥信端子；

所述开关进线端子的一端连接至配电终端单元的遥测电压端子，另一端连接故障模拟电路；

所述开关出线端子的一端连接故障模拟电路，另一端外接FTU；

所述开关三相电流端子的一端连接配电终端单元的遥测电流端子或继电保护试验仪的电流输出端，另一端连接故障模拟电路；

所述开关遥信端子的一端连接配电终端单元，另一端连接故障模拟电路。

6.根据权利要求3所述的智能配电终端及通信运维一体化实训系统，其特征是，所述故障模拟电路包括开关分合闸操作模拟电路、第一一次回路模拟电路、第二一次回路模拟电路、第三一次回路模拟电路以及地刀状态模拟电路；

所述开关分合闸操作模拟电路包括第一继电器和第二继电器，所述第一继电器的常闭触点连接第二继电器的线圈一端，所述第二继电器的线圈一端连接摇头开关，所述第一继电器的线圈另一端、第二继电器的线圈另一端、第二继电器的常开触点、第二继电器的常闭触点分别连接开关遥信端子。

7.根据权利要求6所述的智能配电终端及通信运维一体化实训系统，其特征是，所述地

刀状态模拟电路包括控制器、光电耦合器和第六继电器，所述光电耦合器的二极管阴极连接控制器的输出端，所述光电耦合器的三极管发射极连接第六继电器的线圈一端，所述第六继电器的两个常闭触点分别连接储能位置信号灯和地刀位置信号灯。

8.根据权利要求7所述的智能配电终端及通信运维一体化实训系统，其特征是，所述第一一次回路模拟电路包括第三继电器，所述第三继电器的线圈一端接地，另一端连接开关遥信端子；所述第三继电器的常开触点连接控制器的合位检测端，所述第三继电器的常闭触点连接开关进线端子，所述第三继电器的常开触点连接开关出线端子；

所述第二一次回路模拟电路包括第四继电器，所述第四继电器的线圈一端接地，另一端与第三继电器的线圈另一端连接；所述第四继电器的常闭触点连接开关进线端子，所述第四继电器的常开触点连接开关出线端子；

所述第三一次回路模拟电路包括第五继电器，所述第五继电器的线圈一端接地，另一端与第三继电器的线圈另一端连接；所述第五继电器的常闭触点连接开关进线端子，所述第四继电器的常开触点连接开关出线端子。

9.一种智能配电终端及通信运维一体化实训方法，该方法是基于权利要求1至8中任一项所述的智能配电终端及通信运维一体化实训系统实现的，其特征是，该方法包括以下步骤：

通过变压器输出电压或继电保护试验仪输出电流，给模拟断路器提供三相电压或一次电流；

通过模拟断路器的故障设置区域设置故障，包括单相接地、相间短路、三相短路或储能异常线路故障，通过模拟断路器模拟不同的线路故障；

采集断路器的电压或电流值，并向主站远程下发遥控命令，使故障点的断路器断开，进行故障隔离。

10.根据权利要求9所述的智能配电终端及通信运维一体化实训方法，其特征是，所述通过模拟断路器模拟不同的线路故障的步骤包括：

第二继电器的线圈通电时，模拟实现一次开关合位的保持；第一继电器线圈通电时，断开第二继电器线圈供电回路，模拟一次开关的分闸操作；

第三继电器、第四继电器和第五继电器的线圈通电时，模拟一次回路接通；第三继电器、第四继电器和第五继电器的线圈断电时，模拟一次回路断开；

第五继电器的线圈通电，光电耦合器的输入两端短接时，模拟地刀接地，控制合闸回路，禁止合闸；第五继电器的线圈断电，光电耦合器的输入两端分开时，模拟地刀断开，进行合闸。

一种智能配电终端及通信运维一体化实训系统及方法

技术领域

[0001] 本公开设计配电网实训技术领域，具体涉及一种智能配电终端及通信运维一体化实训系统及方法。

背景技术

[0002] 作为配电自动化系统不可缺少的重要组成部分，配电自动化智能终端主要用于向配电自动化主站提供配电网运行情况和开关状态、潮流分布等各种参数；同时执行主站下发的命令，对各类配电一次设备进行调节和控制，实现故障定位、故障隔离和非故障区域快速恢复供电等功能。

[0003] 为保证配电自动化系统的正常运行，广大配电自动化运维人员需不断提高在智能终端调试、运维及故障排查等方面的工作能力，不仅需要了解各类智能终端设备的原理、内部结构、功能实现、通信过程等基础知识，还需要熟练掌握智能终端接线、主站与终端联合调试、故障排查、新设备接入等各种技术技能。而且，随着智能配电终端数量的迅速增加及功能的不断完善提升，需要培训大量具备实际操作能力的配电自动化运维人员，培训需求巨大而且迫切。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术的不足，本公开提供了一种智能配电终端及通信运维一体化实训系统及方法，可模拟实现断路器、地刀之间的连锁互动逻辑，模拟实现线路常见故障，使得相关运维人员增加现场处理问题的能力。

[0005] 第一方面，本公开提供的一种智能配电终端及通信运维一体化实训系统的技术方案是：

[0006] 一种智能配电终端及通信运维一体化实训系统，该系统包括至少一个一体化实训机柜，所述一体化实训机柜包括柜体、设置在柜体内的至少四个模拟断路器、配电终端单元、通信模块和辅助设备，所述模拟断路器与配电终端单元连接，用于模拟断路器的分合闸操作、分合闸状态，以及断路器储能、地刀连锁操作；所述辅助设备与配电终端单元连接，用于控制配电终端单元采集断路器的电压、电流值以及工作状态；所述辅助设备还通过通信模块与其他一体化实训机柜、主站通信连接，实现一体化实训机柜之间以及一体化实训机柜与主站之间的信息交互。

[0007] 进一步的，所述一体化实训机柜还包括设置在柜体内的继电保护试验仪和变压器，所述变压器与模拟断路器的电源端连接，用于给模拟断路器提供三相电压；所述继电保护试验仪与模拟断路器的开关三相电流端子连接，用于给模拟断路器提供一次电流。

[0008] 进一步的，所述模拟断路器包括机箱、设置在机箱前面板上的至少四个故障设置区域、设置在机箱后面板上的至少四个终端接线区域、设置在机箱后面板上的继保仪输入接线区域以及设置在机箱内部的故障模拟电路。

[0009] 进一步的，所述故障设置区域包括分别与故障模拟电路连接的开关分合闸操作模

拟模块、储能状态模拟模块、地刀通断模拟模块和开关故障模拟模块；

[0010] 所述开关分合闸操作模拟模块包括带指示灯的开光合闸操作模拟按钮和带指示灯的开光分闸操作模拟按钮；

[0011] 所述储能状态模拟模块包括储能位置信号灯和储能状态开关；

[0012] 所述地刀通断模拟模块包括地刀位置信号灯和摇头开关；

[0013] 所述开关故障模拟模块包括至少四个船型开关。

[0014] 进一步的，所述终端接线区域包括开关进线端子、开关出线端子、开关三相电流端子和开关遥信端子；

[0015] 所述开关进线端子的一端连接至配电终端单元的遥测电压端子，另一端连接故障模拟电路；

[0016] 所述开关出线端子的一端连接故障模拟电路，另一端外接FTU；

[0017] 所述开关三相电流端子的一端连接配电终端单元的遥测电流端子或继电保护试验仪的电流输出端，另一端连接故障模拟电路；

[0018] 所述开关遥信端子的一端连接配电终端单元，另一端连接故障模拟电路。

[0019] 进一步的，所述故障模拟电路包括开关分合闸操作模拟电路、第一一次回路模拟电路、第二一次回路模拟电路、第三一次回路模拟电路以及地刀状态模拟电路；

[0020] 所述开关分合闸操作模拟电路包括第一继电器和第二继电器，所述第一继电器的常闭触点连接第二继电器的线圈一端，所述第二继电器的线圈一端连接摇头开关，所述第一继电器的线圈另一端、第二继电器的线圈另一端、第二继电器的常开触点、第二继电器的常闭触点分别连接开关遥信端子。

[0021] 进一步的，所述地刀状态模拟电路包括控制器、光电耦合器和第六继电器，所述光电耦合器的二极管阴极连接控制器的输出端，所述光电耦合器的三极管发射极连接第六继电器的线圈一端，所述第六继电器的两个常闭触点分别连接储能位置信号灯和地刀位置信号灯。

[0022] 进一步的，所述第一一次回路模拟电路包括第三继电器，所述第三继电器的线圈一端接地，另一端连接开关遥信端子；所述第三继电器的常开触点连接控制器的合位检测端，所述第三继电器的常闭触点连接开关进线端子，所述第三继电器的常开触点连接开关出线端子；

[0023] 所述第二一次回路模拟电路包括第四继电器，所述第四继电器的线圈一端接地，另一端与第三继电器的线圈另一端连接；所述第四继电器的常闭触点连接开关进线端子，所述第四继电器的常开触点连接开关出线端子；

[0024] 所述第三一次回路模拟电路包括第五继电器，所述第五继电器的线圈一端接地，另一端与第三继电器的线圈另一端连接；所述第五继电器的常闭触点连接开关进线端子，所述第四继电器的常开触点连接开关出线端子。

[0025] 第二方面，本公开提出的一种智能配电终端及通信运维一体化实训方法的技术方案是：

[0026] 一种智能配电终端及通信运维一体化实训方法，该方法是基于如上所述的智能配电终端及通信运维一体化实训系统实现的，该方法包括以下步骤：

[0027] 通过变压器输出电压或继电保护试验仪输出电流，给模拟断路器提供三相电压或

一次电流；

[0028] 通过模拟断路器的故障设置区域设置故障，包括单相接地、相间短路、三相短路或储能异常线路故障，通过模拟断路器模拟不同的线路故障；

[0029] 采集断路器的电压或电流值，并向主站远程下发遥控命令，使故障点的断路器断开，进行故障隔离。

[0030] 进一步的，所述通过模拟断路器模拟不同的线路故障的步骤包括：

[0031] 第二继电器的线圈通电时，模拟实现一次开关合位的保持；第一继电器线圈通电时，断开第二继电器线圈供电回路，模拟一次开关的分闸操作；

[0032] 第三继电器、第四继电器和第五继电器的线圈通电时，模拟一次回路接通；第三继电器、第四继电器和第五继电器的线圈断电时，模拟一次回路断开；

[0033] 第五继电器的线圈通电，光电耦合器的输入两端短接时，模拟地刀接地，控制合闸回路，禁止合闸；第五继电器的线圈断电，光电耦合器的输入两端分开时，模拟地刀断开，进行合闸。

[0034] 通过上述技术方案，本公开的有益效果是：

[0035] (1)本公开提出的智能配电终端及通信运维一体化实训系统，可以有效提升相关岗位人员的技术技能水平和综合素质，从而可以快速的处理配电自动化系统运行过程中所遇到的各种问题，全面提升配电自动化系统运行水平，确保配电网的可靠稳定运行。

[0036] (2)本公开可实现不同类型智能配电终端的灵活接入，并实现对模拟断路器的遥测、遥信和遥控等功能；可模拟实现断路器、地刀之间的连锁互动逻辑，模拟实现线路常见故障，使得相关运维人员增加现场处理问题的能力。

[0037] (3)本公开提出的模拟断路器，采用两个继电器的串联模拟实现断路器的分合闸操作和分合闸状态保持，采用微控制器控制实现断路器储能、地刀连锁等操作。

附图说明

[0038] 构成本公开的一部分的说明书附图用来提供对本公开的进一步理解，本公开的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本公开的不当限定。

[0039] 图1是实施例一一体化实训机柜的结构框图；

[0040] 图2是实施例一单个一体化实训机柜的结构图

[0041] 图3是实施例一一体化实训机柜的整体结构示意图；

[0042] 图4是实施例一模拟断路器的结构图；

[0043] 图5是实施例一故障设置区域的结构图；

[0044] 图6是实施例一终端接线区域的结构图；

[0045] 图7是实施例一开关分合闸操作模拟电路的电路图

[0046] 图8是实施例一第一一次回路模拟电路的电路图

[0047] 图9是实施例一地刀状态模拟电路的电路图；

[0048] 图10是实施例一第二一次回路模拟电路和第三一次回路模拟电路的结构图；

[0049] 图11是实施例一端子J7的电路图。

具体实施方式

[0050] 下面结合附图与实施例对本公开作进一步说明。

[0051] 应该指出，以下详细说明都是例示性的，旨在对本公开提供进一步的说明。除非另有指明，本公开使用的所有技术和科学术语具有与本公开所属技术领域的普通技术人员通常理解的相同含义。

[0052] 需要注意的是，这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式，而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式也意图包括复数形式，此外，还应当理解的是，当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时，其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0053] 实施例一

[0054] 本实施例提供一种智能配电终端及通信运维一体化实训系统，将配网主站、配网通讯系统、智能终端、模拟断路器等集成到一个机柜中，构成配电网实训系统；该系统搭建了包括站所终端DTU和馈线终端FTU的智能配电终端通用接入平台，可实现不同类型智能配电终端的灵活接入，并实现对模拟断路器的遥测、遥信和遥控等功能；可模拟实现断路器、地刀之间的连锁互动逻辑，模拟实现线路常见故障，使得相关运维人员增加现场处理问题的能力。

[0055] 所述智能配电终端及通信运维一体化实训系统包括至少一个一体化实训机柜，每个一体化实训机柜包括柜体、设置在柜体内的四个模拟断路器1、与四个断路器连接用于控制四个断路器的配电终端单元DTU2、通信模块3和辅助设备4，请参阅附图1。所述模拟断路器与配电终端单元DTU连接，用于模拟断路器的分合闸操作和分合闸状态保持，实现断路器储能、地刀连锁等操作；所述辅助设备4与配电终端单元DTU连接，用于控制配电终端单元采集断路器的电压、电流值以及工作状态；所述辅助设备4还通过通信模块3与主站通信连接，实现辅助设备4与主站之间的信息交互。

[0056] 单个一体化实训机柜即可模拟配电网系统的调试功能；多个一体化实训机柜也可以级联，请参阅附图2，每个一体化实训机柜通过光纤或无线网络进行通信连接。

[0057] 请参阅附图3，所述一体化机柜还包括设置在柜体内的继电保护试验仪5和变压器6，所述变压器6的一端与市电连接，另一端与模拟断路器1的电源端连接，用于将市电转换为模拟高压三相电，提供给模拟断路器；所述继电保护试验仪5与模拟断路器的开关三相电流端子连接，用于给模拟断路器提供一次电流。

[0058] 请参阅附图4，所述模拟断路器1包括机箱11、设置在机箱前面板12上的至少四个故障设置区域13、设置在机箱后面板14上的至少四个终端接线区域15、设置在机箱后面板14上的继保仪输入接线区域16以及设置在机箱内部的故障模拟电路。

[0059] 在本实施例中，所述机箱前面板12上均匀设置有四个故障设置区域13。请参阅附图5，每个故障设置区域13分别包括开关分合闸操作模拟模块17、储能状态模拟模块18、地刀通断模拟模块19和开关故障模拟模块110。

[0060] 具体地，所述开关分合闸操作模拟模块17包括带指示灯的开光合闸操作模拟按钮和带指示灯的开光分闸操作模拟按钮，所述开光合闸操作模拟按钮和开光分闸操作模拟按钮分别与控制相应线圈的供电回路串联，用于手动控制开关的分合操作。

[0061] 所述储能状态模拟模块18包括储能位置信号灯和储能状态开关，所述储能位置信

号灯与储能继电器RY6的常闭触点串联，用于指示断路器储能状态；所述储能状态开关与控制器U1相连接，当储能状态开关处于断开位置时，可模拟断路器储能异常状态，当储能状态开关处于闭合位置时，可模拟断路器储能正常状态。

[0062] 所述地刀通断模拟模块19包括地刀位置信号灯和摇头开关，所述地刀位置信号灯与储能继电器RY6的常闭触点串联，用于指示地刀状态，所述摇头开关与第一继电器RY1和第二继电器RY2的线圈串联，当摇头开关处于闭合位置时，可模拟地刀导通状态，当摇头开关处于断开位置时，可模拟地刀断开状态。

[0063] 所述开关故障模拟模块110包括四个船型开关，所述四个船型开关分别与用于连接负载FTU的端子J7的1、3、5引脚相连接，分别用于模拟开关的A相接地故障、AB相短路故障、ABC相短路故障、负载投入状态。

[0064] 在本实施例中，所述机箱后面板14上设有四个终端接线区域15和一继保仪输入接线区域16，位于机箱前面板上的故障设置区域13与位于机箱后面板上的终端接线区域15的位置前后相对应，所述继保仪输入接线区域16位于机箱后面板14靠近底部的位置。

[0065] 请参阅附图6，每个终端接线区域15分别包括开关进线端子、开关出线端子、开关三相电流端子和开关遥信端子。

[0066] 具体地，所述开关进线端子为三个，分别为开关进线端子Uain、开关进线端子Ubin和开关进线端子Ucin，所述开关进线端子Uain、开关进线端子Ubin和开关进线端子Ucin的一端分别连接至配电终端单元DTU的遥测电压端子，另一端连接至故障模拟电路的第三继电器RY3、第四继电器RY4、第五继电器RY5的常闭触点13引脚，用于模拟断路器的进线端电压。

[0067] 所述开关出线端子为三个，分别为开关出线端子Uaout、开关出线端子Ubout和开关出线端子Ucout，开关出线端子Uaout、开关出线端子Ubout和开关出线端子Ucout分别连接至故障模拟电路的第三继电器RY3、第四继电器RY4、第五继电器RY5的16引脚，另一端分别外接负载FTU，另一端用于模拟该断路器的出线端电压；所述开关出线端子Uaout、开关出线端子Ubout和开关出线端子Ucout的另一端还与另一终端接线区域中开关进线端子连接，实现两个开关并联。

[0068] 所述开关三相电流端子为六个，分别为开关A相电流端子Ia、开关A相电流端子Ia*、开关B相电流端子Ib、开关B相电流端子Ib*、开关C相电流端子Ic和开关C相电流端子Ic*，其中：

[0069] 所述开关A相电流端子Ia、开关A相电流端子Ia*、开关B相电流端子Ib、开关B相电流端子Ib*、开关C相电流端子Ic和开关C相电流端子Ic*的一端分别连接至配电终端单元DTU的遥测电流端子或继电保护试验仪的电流输出端，另一端分别连接至故障模拟电路的第三继电器RY3、第四继电器RY4、第五继电器RY5的常闭触点13引脚，用于模拟断路器的通流电流。其中，一终端接线区域15中的开关A相电流端子Ia*、开关B相电流端子Ib*和开关C相电流端子Ic*接另一终端接线区域15中的开关A相电流端子Ia、开关B相电流端子Ib和开关C相电流端子Ic，实现多开关的串并联。

[0070] 所述开关遥信端子为八个，分别为开关遥信公共端子YXCOM、开关合位信号端子YXH、开关分位信号端子YXF、储能信号端子CN、地刀位置信号端子DD、开关遥控公共端YKCOM、遥控合端子YKH、遥控分端子YKF；其中：

[0071] 所述开关遥信公共端子YXCOM的一端连接至配电终端单元DTU的遥信公共端，另一端连接至故障模拟电路中第二继电器RY2的常闭触点13，用于提供遥信电流回路；所述开关合位信号端子YXH的一端连接至配电终端单元DTU遥信端子处，另一端连接至故障模拟电路中第二继电器RY2的常开触点16，用于提供模拟断路器的合位信号；所述开关分位信号端子YXF的一端连接至配电终端单元DTU遥信端子处，另一端连接至故障模拟电路中第二继电器RY2的常闭触点15，用于提供模拟断路器的分位信号；所述储能信号端子CN的一端连接至配电终端单元DTU的遥信端子处，另一端连接至故障模拟电路中第一继电器RY1的常闭触电11，用于提供模拟断路器的储能信号；所述地刀位置信号端子DD的一端连接至配电终端单元DTU的遥信端子处，另一端连接故障模拟电路中第二继电器RY2的线圈A2端，用于提供模拟断路器的当地信号。

[0072] 所述开关遥控公共端YKCOM的一端连接至配电终端单元DTU的遥控公共端，另一端连接至故障模拟电路的正电源端，用于遥控电流回路；所述遥控合端子YKH的一端连接至配电终端单元DTU的遥控端子处，另一端连接至故障模拟电路中第二继电器的线圈、第三继电器的线圈，用于提供遥控合位信号；所述遥控分端子YKF的一端连接至配电终端单元DTU的遥控端子处，另一端连接至故障模拟电路中第一继电器的线圈，用于提供遥控分位信号。

[0073] 上述的故障模拟电路包括开关分合闸操作模拟电路、第一一次回路模拟电路、第二一次回路模拟电路、第三一次回路模拟电路以及地刀状态模拟电路。

[0074] 请参阅附图7，所述开关分合闸操作模拟电路包括第一继电器RY1和第二继电器RY2，其中：

[0075] 所述第二继电器RY2的线圈A1端接摇头开关断开端子DD-，所述第二继电器RY2的线圈A2端接遥控合端子YKH，所述第二继电器RY2的常闭触点11与线圈A2端连接，所述第二继电器RY2的常开触点12接正电源端，所述第二继电器RY2的常闭触点13接开关遥控公共端子YXCOM，所述第二继电器RY2的常开触点16接开关合位信号端子YXH，所述第二继电器RY2的常闭触点15接开关分位信号端子YXF。

[0076] 所述第一继电器RY1的线圈A1端接地，所述第一继电器RY1的线圈A2端接遥控分端子YKF；所述第一继电器RY1的常闭触点11接第二继电器的线圈A1端，所述第一继电器RY1的常闭触点12接其线圈A1端。

[0077] 本实施例提出的开关分合闸操作模拟电路的工作过程为：

[0078] 采用两个继电器的线圈回路串联的方式实现分合闸操作的互锁，将第二继电器RY2的触点11与其线圈A2相连，14触点接至正电源端，在合闸操作脉冲消失后，使第二继电器RY2的线圈保持在通电状态，模拟实现一次开关合位的保持；第一继电器RY1线圈通电时，断开第二继电器RY2线圈供电回路，模拟实现一次开关的分闸操作。

[0079] 一次开关分位、合位状态信号通过第二继电器RY2的13、15、16触点实现，13和15是常闭触点，模拟实现一次开关分闸状态，13和16是常开触点，模拟实现一次开关的合闸状态。

[0080] 请参阅附图8，所述第一一次回路模拟电路包括第三继电器RY3，所述第三继电器RY3的线圈A1端接地，所述第三继电器RY3的线圈A2端接遥控合端子YKH；所述第三继电器RY3的常闭触点11接3.3V电源，所述第三继电器RY3的常开触点接控制器的合位检测端，所述第三继电器RY3的常闭触点13接开关进线端子Uain，所述第三继电器RY3的常开触点16分

别连接开关出线端子Uaout和用于连接负载FTU的端子J7的1引脚。

[0081] 本实施例提出的一次回路模拟电路的工作过程为：

[0082] 采用第三继电器RY3实现一次开关分、合一次回路模拟，该第三继电器RY3的线圈通电时，模拟该处一次回路接通；该第三继电器RY3的线圈断电时，模拟该处一次回路断开。当第三继电器RY3的常闭触点13通过开关进线端子Uain接变压器的二次电压输出端，实现智能分布式配电网系统的模拟，当第三继电器RY3的常闭触点13通过开关进线端子Uain接继电保护仪的电流输出端，实现电流集中型配电网的模拟。

[0083] 请参阅附图10和图11，所述第二一次回路模拟电路包括第四继电器RY4，所述第四继电器RY4的线圈A1端接地，所述第四继电器RY4的线圈A2端与第三继电器RY3的线圈A2端连接；所述第四继电器RY4的常闭触点13接开关进线端子Ubin，所述第四继电器RY4的常开触点16分别连接开关出线端子Ubout和用于连接负载FTU的端子J7的3引脚。

[0084] 所述第三一次回路模拟电路包括第五继电器RY5，所述第五继电器RY5的线圈A1端接地，所述第五继电器RY5的线圈A2端与第三继电器RY3的线圈A2端连接；所述第五继电器RY5的常闭触点13接开关进线端子Ucin，所述第五继电器RY5的常开触点16分别连接开关出线端子Ubout和用于连接负载FTU的端子J7的3引脚。

[0085] 请参阅附图9，所述地刀状态模拟电路包括控制器U1、光电耦合器S1和第六继电器RY6，所述光电耦合器S1的二极管阳极1通过电阻接3.3V，所述光电耦合器S1的二极管阴极2接控制器的输出端，所述光电耦合器S1的三极管集电极4接24V，所述光电耦合器S1的三极管发射极3接第六继电器RY6的线圈A2端，所述继电器RY4的线圈A1端接地，所述第六继电器RY6的常闭触点11和常闭触点13接储能位置信号灯和地刀位置信号灯。

[0086] 本实施例提出的地刀状态模拟电路的工作过程为：

[0087] 采用控制器控制实现地刀与一次开关的互锁逻辑，光电耦合器S1模拟地刀，光电耦合器S1的1和2脚短接时，模拟地刀接地，控制合闸回路，禁止合闸；光电耦合器S1的1和2脚分开时，模拟地刀断开，方可进行合闸。

[0088] 采用控制器控制实现延时储能操作，且储能操作延时时间可以任意设置。

[0089] 本实施例提出的模拟断路器，采用两个继电器的串联模拟实现断路器的分合闸操作和分合闸状态保持，用微控制器控制实现断路器储能、地刀连锁等操作。

[0090] 在本实施例中，所述配电终端单元DTU具有遥控、遥测、遥信功能，支持实现电流集中型等多种类型馈线自动化系统。

[0091] 在本实施例中，所述通信模块可以选用光纤通信模块，也可以选用无线通信模块。

[0092] 本实施例提出的一体化机柜可以实现模拟配网系统；该一体化机柜也可支持机柜间的级联，可以根据需要组建复杂的配电线路拓扑结构，并实现不同类型的馈线自动化功能。

[0093] 实施例二

[0094] 本实施例提供一种智能配电终端及通信运维一体化实训方法，该方法基于如上所述的智能配电终端及通信运维一体化实训系统实现的。

[0095] 所述智能配电终端及通信运维一体化实训方法，该方法是基于如上所述的智能配电终端及通信运维一体化实训系统实现的，该方法包括以下步骤：

[0096] S101，通过变压器输出电压或继电保护试验仪输出电流，给模拟断路器提供三相

电压或一次电流。

[0097] S102，根据系统，通过模拟断路器的故障设置区域设置故障，包括单相接地、相间短路、三相短路、储能异常等线路故障，通过模拟断路器模拟不同的线路故障。

[0098] 具体地，当第二继电器的线圈通电时，模拟实现一次开关合位的保持；第一继电器线圈通电时，断开第二继电器线圈供电回路，模拟一次开关的分闸操作；

[0099] 当第三继电器、第四继电器和第五继电器的线圈通电时，模拟一次回路接通；第三继电器、第四继电器和第五继电器的线圈断电时，模拟一次回路断开；

[0100] 当第五继电器的线圈通电，光电耦合器的输入两端短接时，模拟地刀接地，控制合闸回路，禁止合闸；第五继电器的线圈断电，光电耦合器的输入两端分开时，模拟地刀断开，进行合闸。

[0101] S103，通过笔记本电脑采集断路器的电压或电流值，并向主站远程下发遥控命令，使故障点的断路器断开，进行故障隔离。

[0102] 上述虽然结合附图对本公开的具体实施方式进行了描述，但并非对本公开保护范围的限制，所属领域技术人员应该明白，在本公开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公开的保护范围以内。

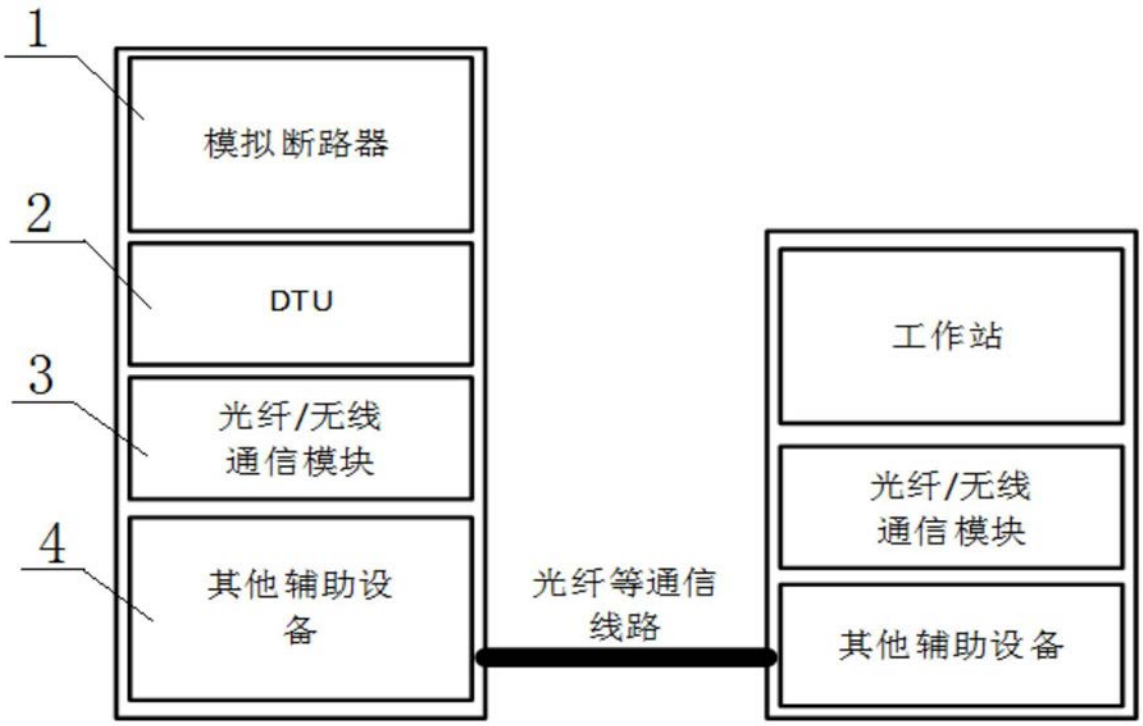

1
模拟断路器
2
DTU
3
光纤/无线
通信模块
4
其他辅助设
备
光纤等通信
线路
工作站
光纤/无线
通信模块
其他辅助设备

图1

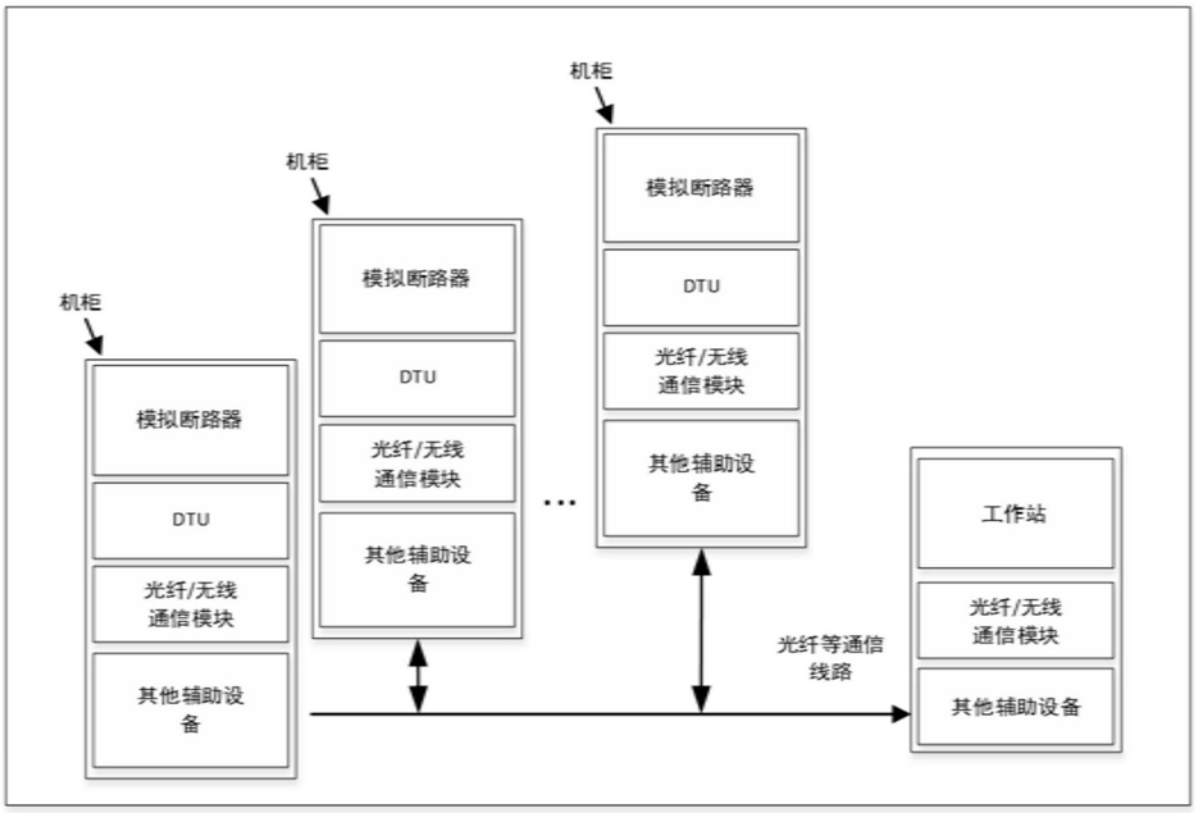

机柜
模拟断路器
DTU
光纤/无线
通信模块
其他辅助设
备
机柜
模拟断路器
DTU
光纤/无线
通信模块
其他辅助设
备
机柜
模拟断路器
DTU
光纤/无线
通信模块
其他辅助设
备
光纤等通信
线路
工作站
光纤/无线
通信模块
其他辅助设备

图2

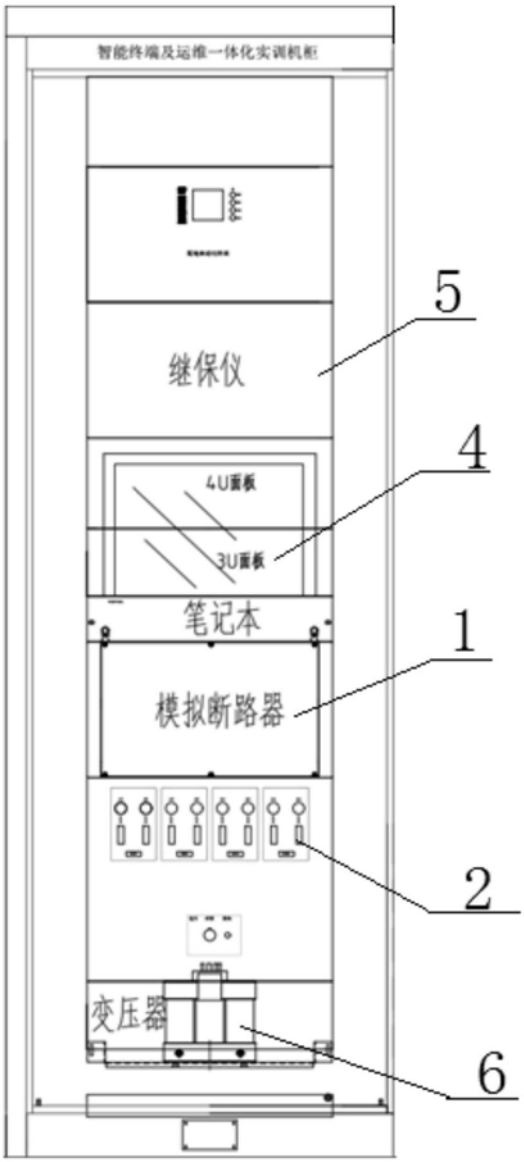


图3

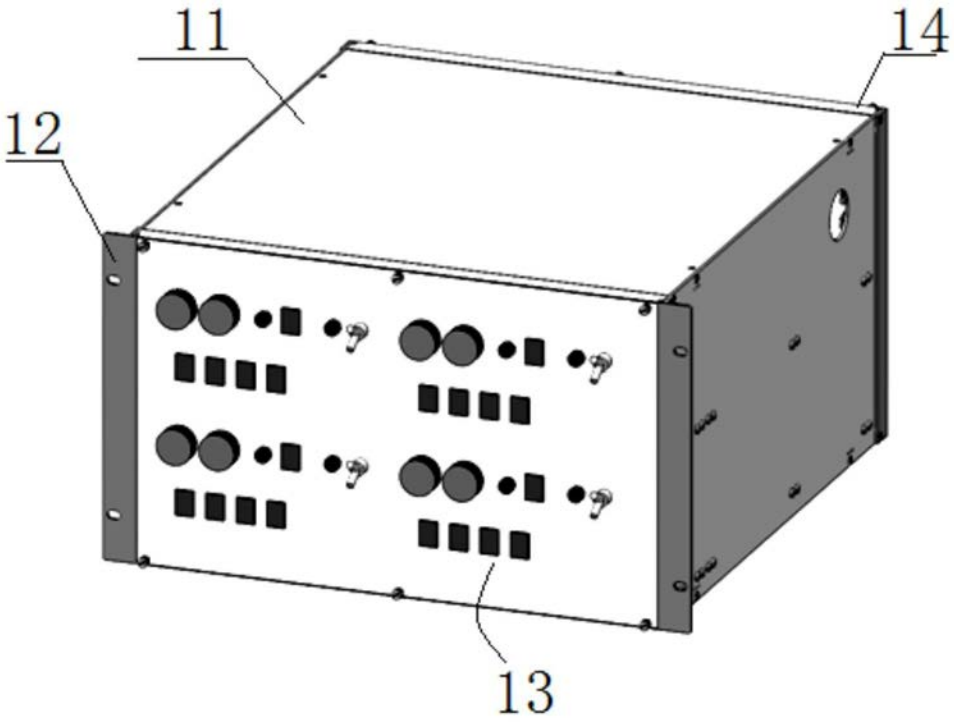

11
14
12
13

图4

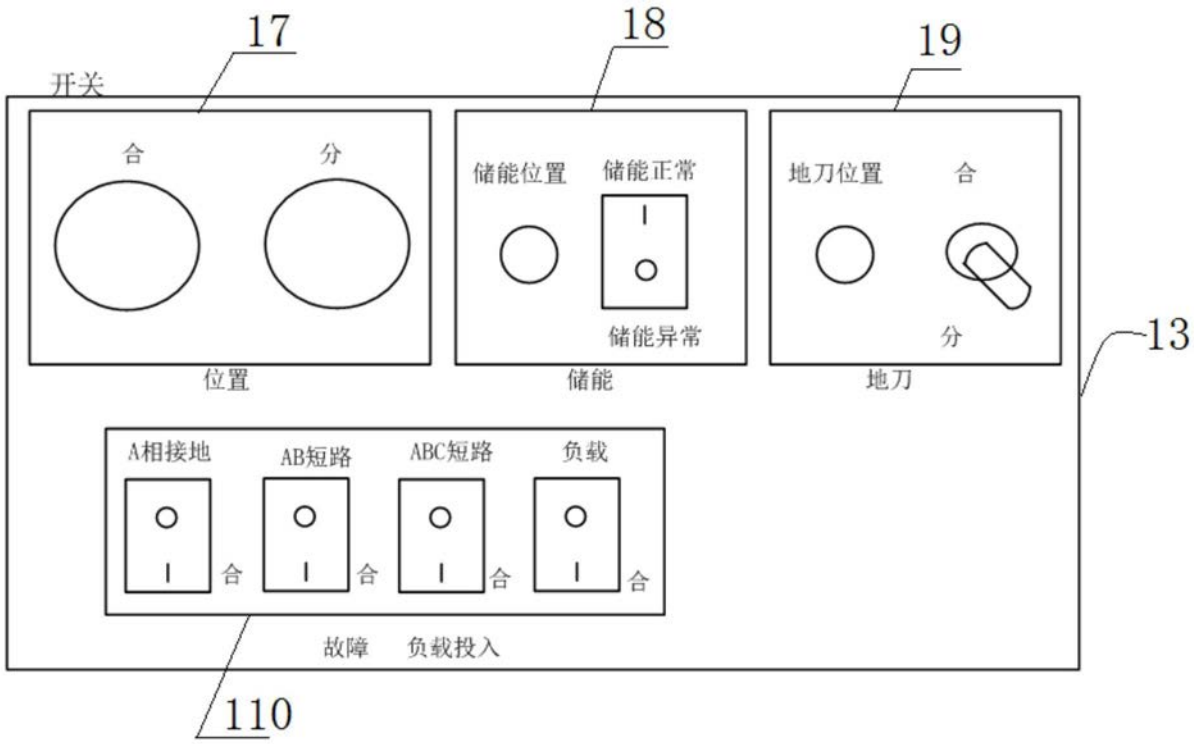

17
18
19
开关
合
分
储能位置
储能正常
储能异常
地刀位置
合
分
位置
储能
地刀
13
A相接地
AB短路
ABC短路
负载
合
合
合
合
故障
负载投入
110

图5

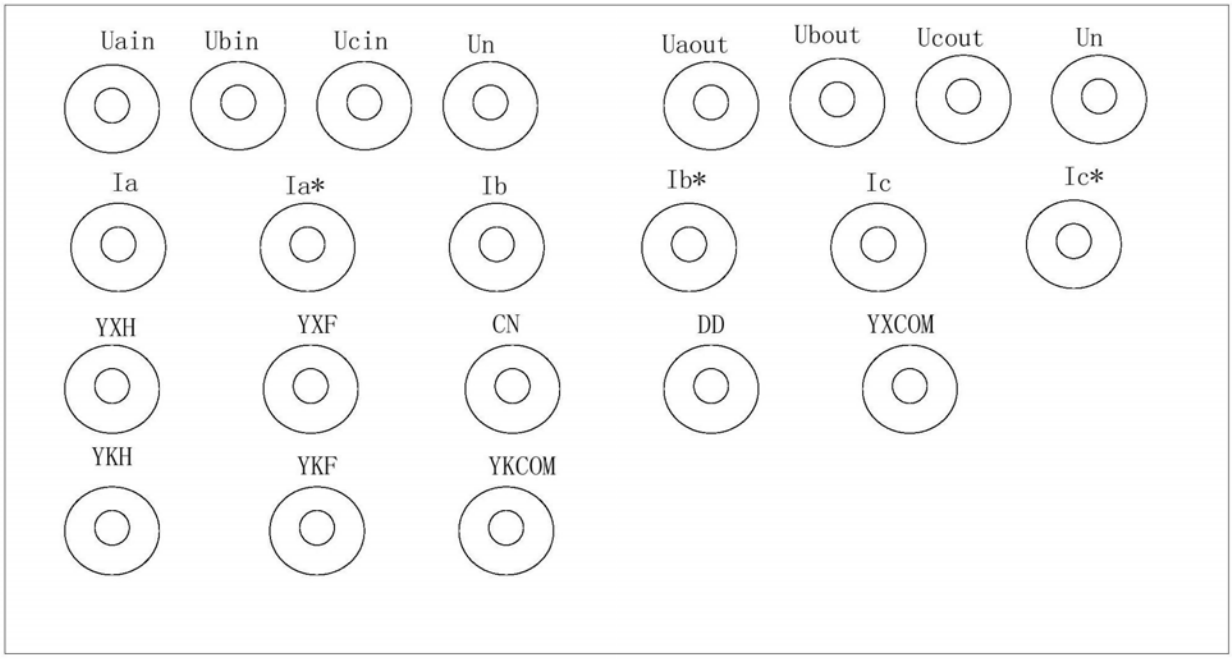

Uain
Ubin
Ucin
Un
Uaout
Ubout
Ucout
Un
Ia
Ia*
Ib
Ib*
Ic
Ic*
YXH
YXF
CN
DD
YXCOM
YKH
YKF
YKCOM

图6

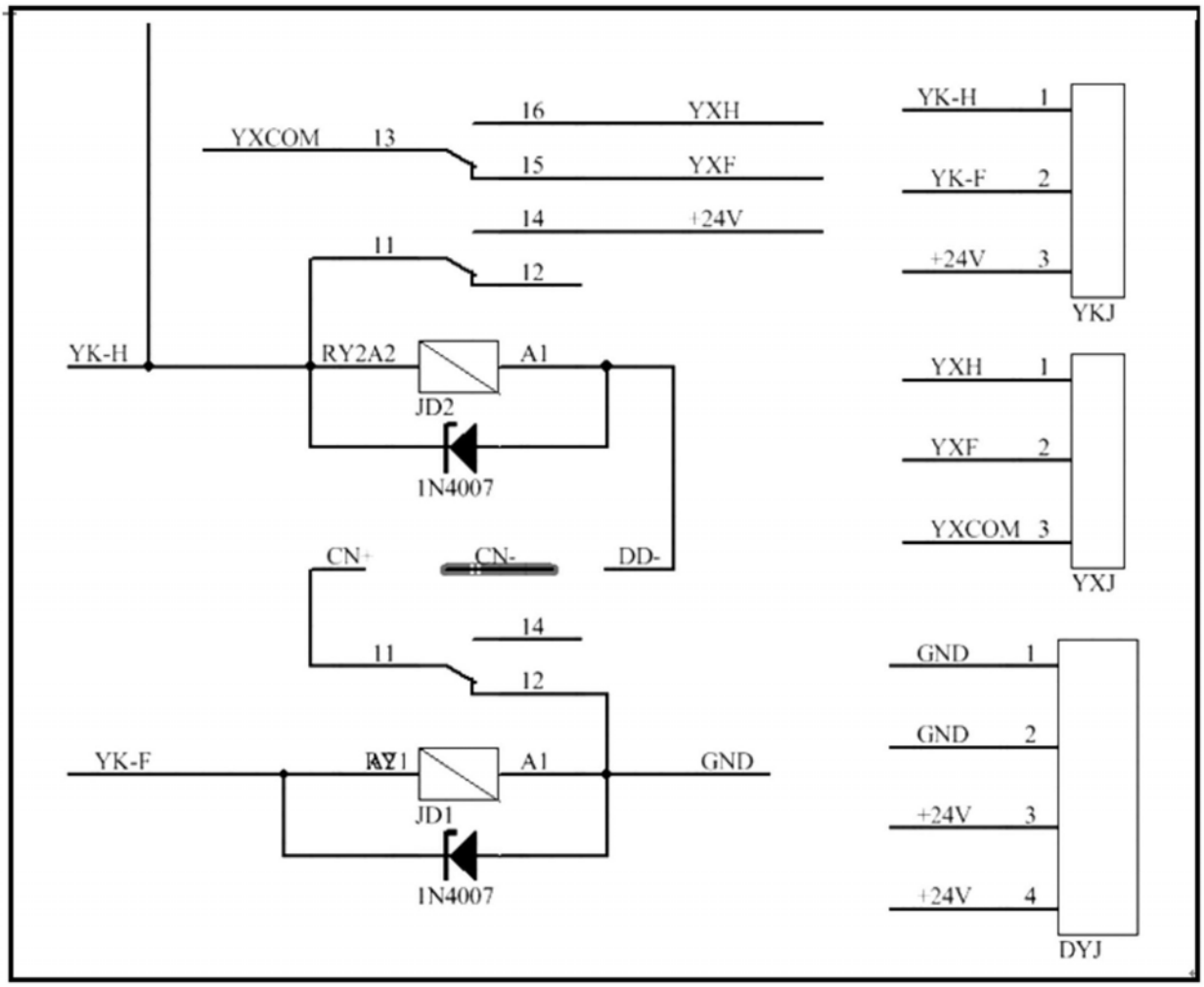

YXCOM
13
16
YXH
15
YXF
14
+24V
11
12
YK-H
RY2A2
A1
JD2
1N4007
CN+
CN-
DD-
14
11
12
YK-F
A1
JD1
1N4007
GND
YK-H 1
YK-F 2
+24V 3
YKJ
YXH 1
YXF 2
YXCOM 3
YXJ
GND 1
GND 2
+24V 3
+24V 4
DYJ

图7

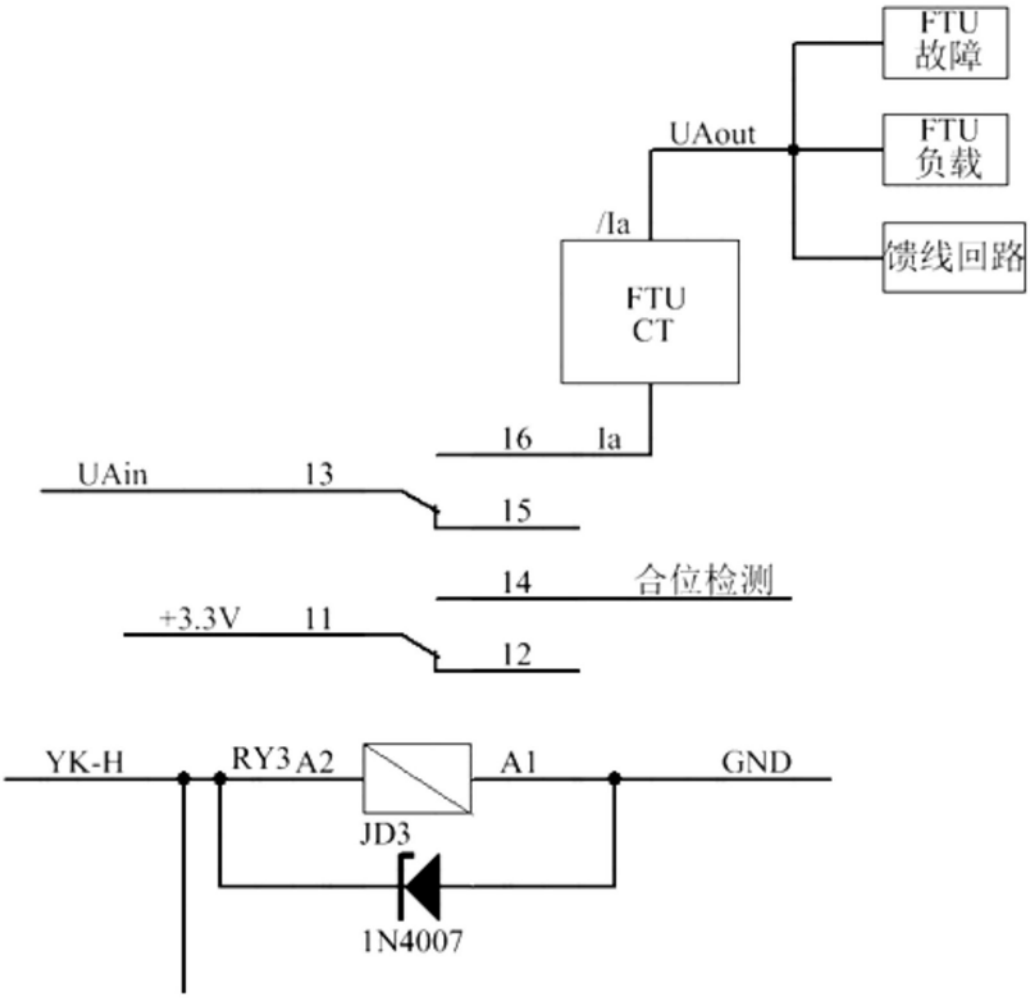

FTU
故障
UAout
FTU
负载
/Ia
馈线回路
FTU
CT
16
Ia
UAin
13
15
14
合位检测
+3.3V
11
12
YK-H
RY3 A2
A1
GND
JD3
1N4007

图8

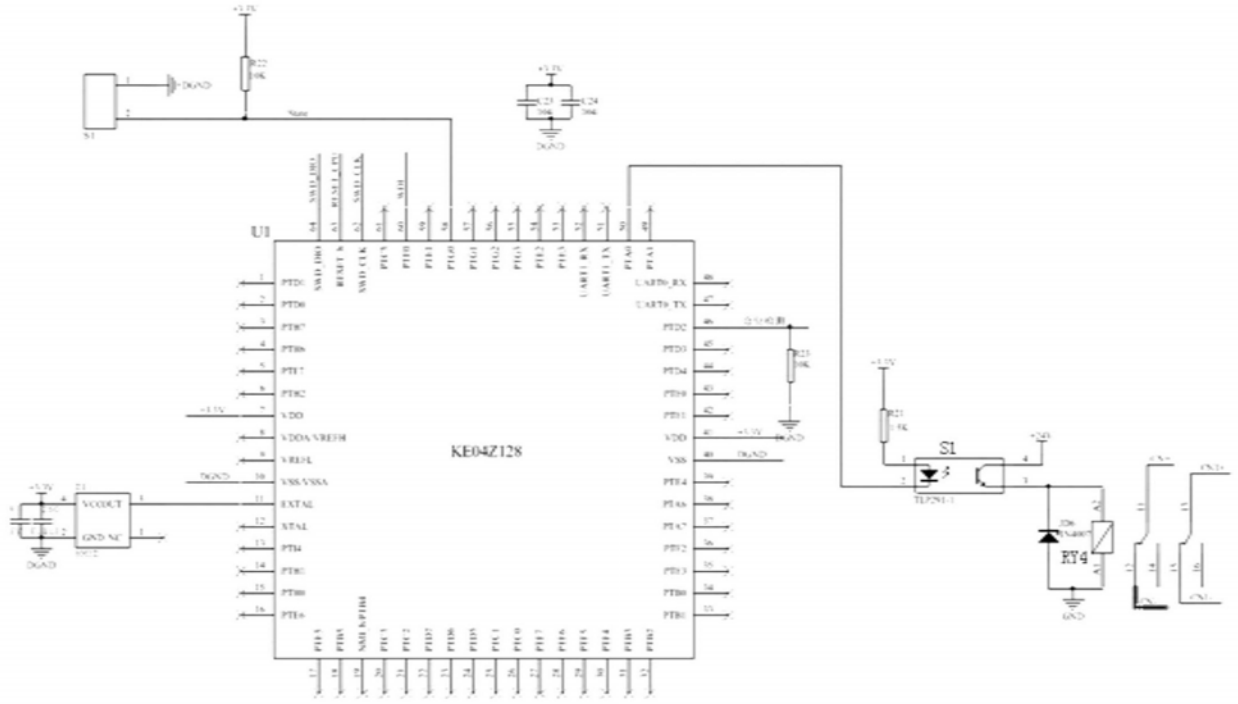

U1
KE04Z128
S1
RY4
+3.3V
DGND
GND

图9

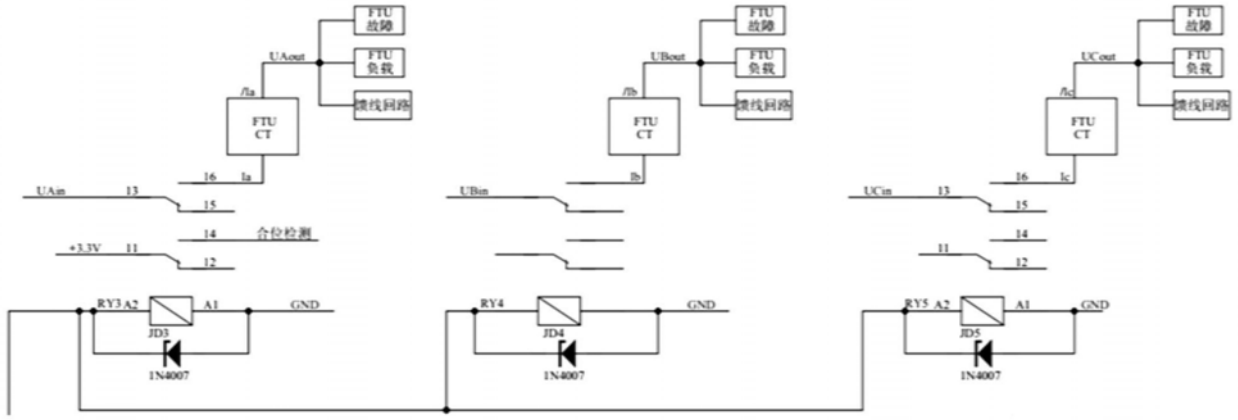

FTU 故障
FTU 负载
馈线网路
UAout
UBout
UCout
FTU CT
/Ia
/Ib
/Ic
Ia
Ib
Ic
UAin
UBin
UCin
+3.3V
合位检测
RY3
RY4
RY5
JD3
JD4
JD5
1N4007
GND

图10

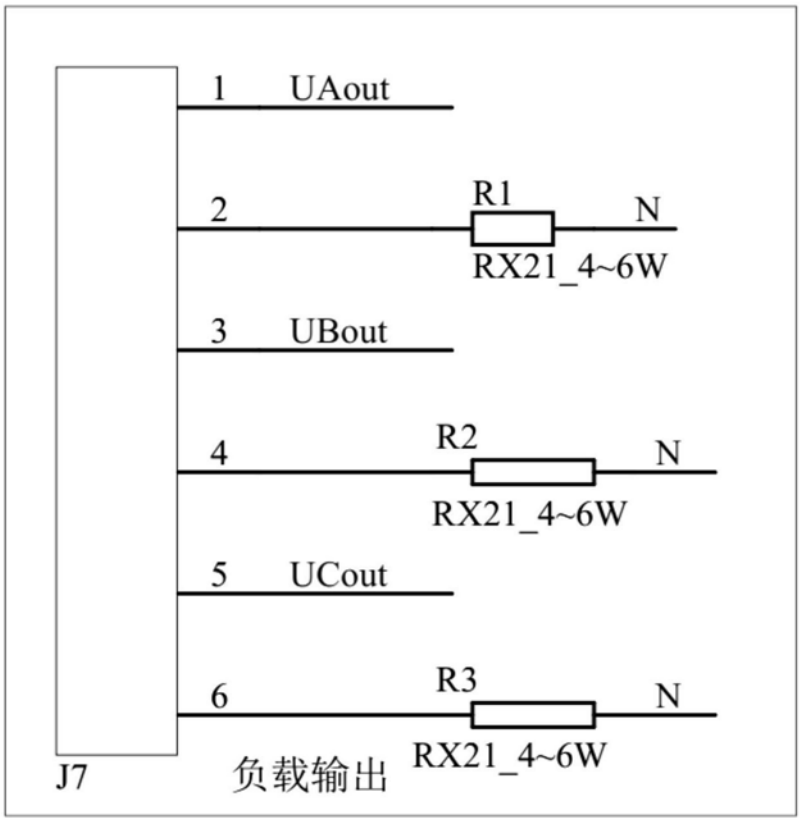

1
UAout
2
R1
N
RX21_4~6W
3
UBout
4
R2
N
RX21_4~6W
5
UCout
6
R3
N
RX21_4~6W
J7
负载输出

图11