



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103746304 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201310726673. 0

CN 103036216 A, 2013. 04. 10,

(22) 申请日 2013. 12. 25

吕航等. 常规站智能化改造中母线保护方案研究.《江苏电机工程》. 2012, 第 31 卷(第 4 期), 第 48-51 页.

(73) 专利权人 长园深瑞继保自动化有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园北区朗山一路 3 号

审查员 王文营

(72) 发明人 张广嘉 陈远生 朱慧文 侯亮

冯亮 李荣昌

(74) 专利代理机构 深圳市中知专利商标代理有

限公司 44101

代理人 孙皓 林虹

(51) Int. Cl.

H02B 3/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101854054 A, 2010. 10. 06,

CN 102868218 A, 2013. 01. 09,

CN 102983627 A, 2013. 03. 20,

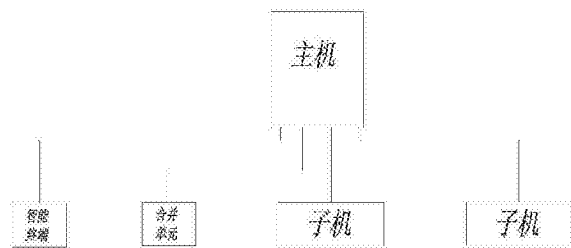
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

智能化变电站的改造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种智能化变电站的改造方法,要解决的技术问题是智能化变电站改造期间母线不失去保护运行。本发明的方法,包括以下步骤:将传统变电站母差保护各间隔的二次电缆转移连接到数字化母差保护子机,将间隔合并单元和智能终端通过电缆与变电站一次设备电连接,修改数字化母差保护主机的通信参数设置,撤除子机。本发明与现有技术相比,采用智能化变电站用的数字化母差保护主机和数字化母差保护子机在改造的过程中共用,改造过程不影响变电站全站的保护运行方式及负荷分配,减少了改造期间设备的停电时间,被改造的一次设备仅需停电一次,母差保护退出时间较短,电网运行可靠性高,降低施工难度,提高工作效率,投资较小。



1. 一种智能化变电站的改造方法,包括以下步骤:

一、信息采集传递切换,被改造的传统变电站设置一台数字化母差保护主机,按每台数字化母差保护子机接入 1-12 个间隔,将传统变电站母差保护各间隔的二次电缆转移连接到数字化母差保护子机,数字化母差保护子机接收连接到的间隔的开入量,按每周波 80 点,对接入的间隔进行电流和电压的交流采样,将交流量转换为数字量,通过光纤将开入量、数字量传输至数字化母差保护主机;

二、数字化母差保护主机接收到数字化母差保护子机发来的开入量、数字量后,根据各间隔的开入量判断母线的运行方式,对数字量按母线保护判据进行处理,实现对母线的实时保护;

三、对间隔的一次设备停电,分别将间隔合并单元和智能终端通过电缆与该间隔的变电站一次设备电连接,然后将合并单元和智能终端与数字化母差保护主机通过光纤连接,投入一次设备;

四、对已经完成智能化改造的间隔,修改数字化母差保护主机的通信参数设置,使采集的间隔开入量和交流量由数字化母差保护子机上送切换到合并单元和智能终端上送,实现改造间隔采集信息的切换;

五、数字化母差保护主机接入所有间隔的合并单元和智能终端,全部撤除子机,完成智能化变电站的改造。

2. 根据权利要求 1 所述的智能化变电站的改造方法,其特征在于:所述步骤一中数字化母差保护子机接收数字化母差保护主机发送的开出信息,数字化母差保护主机发出保护动作信号,通过数字化母差保护子机的开出继电器实现一次开关跳闸。

3. 根据权利要求 2 所述的智能化变电站的改造方法,其特征在于:所述数字化母差保护子机接收数字化母差保护主机发送的 GOOSE 跳闸报文并按照 IEC61850 标准规定的格式进行报文解析,获取数字化母差保护主机当前发出的动作指令,当 GOOSE 报文中对应有间隔置位跳闸出口命令时,将出口命令发送出,控制对应的出口继电器出口跳闸。

4. 根据权利要求 1 所述的智能化变电站的改造方法,其特征在于:所述步骤二数字化母差保护主机将母差保护运行信息发送到位于主控制室的自动化监控系统,实现变电站运行人员对母差保护的远程监控;所述数字化母差保护主机存储母差保护运行信息;所述母差保护运行信息为主机接收到子机发来的开入量、数字量、主机与子机的通信工况信息。

5. 根据权利要求 1 所述的智能化变电站的改造方法,其特征在于:所述步骤三投入一次设备后,合并单元和智能终端将采集的电流和电压的交流量的数字量、开入量上送到数字化母差保护主机,在每个间隔进行改造连接合并单元和智能终端期间,数字化母差保护主机仍经数字化母差保护子机接收被改造间隔的开入量、按每周波 80 点采集的交流量的数字量,对合并单元和智能终端上送到主机的数字量、开入量不进行处理。

6. 根据权利要求 1 所述的智能化变电站的改造方法,其特征在于:所述步骤四修改数字化母差保护主机的通信参数设置前,进行测试,测试方法为:

对数字化母差保护子机与合并单元的同步性进行测试,合并单元与数字化母差保护子机等间隔向数字化母差保护主机发送按每周波 80 点采集的交流量的数字量,数字化母差保护主机采用插值同步方法进行处理;

对母差保护配置测试,采用模拟量测试仪模拟智能终端、合并单元、数字化母差保护子

机或在改造前将数字化母差保护主机与智能终端、合并单元、数字化母差保护子机模拟现场通过光纤连接起来,并将配置文件下装到智能终端、合并单元、数字化母差保护子机,查看智能终端、合并单元、数字化母差保护子机与数字化母差保护主机之间通信是否正常,模拟给数字化母差保护主机加入开入量、交流量,查看数字化母差保护主机是否能够正确收到报文,告警、动作后,将跳闸信息、告警信息正确发出。

7. 根据权利要求 1 所述的智能化变电站的改造方法,其特征在于:所述步骤四完成改造的间隔智能终端实时上送开入量,合并单元按每周波 80 点对间隔进行电流和电压的交流采样并模数转换上送数字化母差保护主机。

8. 根据权利要求 1 所述的智能化变电站的改造方法,其特征在于:所述数字化母差保护子机采集多间隔电流和电压的交流量,模数转换后得到的交流采样数据,将交流采样数据合并在一起,通过差值采样算法对不同间隔的交流采样数据进行时间同步,再将合并同步后的各个间隔交流采样数据按 IEC61850-9-2 规约打包成帧,转换成光信号,通过光纤连线将包含交流采样值信息的报文发送给数字化母差保护主机。

9. 根据权利要求 1 所述的智能化变电站的改造方法,其特征在于:所述数字化母差保护子机采集多间隔开入信号,转换成数字信息,按照 IEC61850 标准规定的 GOOSE 报文格式将选取的开入量打包后,转换成光信号,通过光纤连线将包含开入量数据的报文发送给数字化母差保护主机。

10. 根据权利要求 1 所述的智能化变电站的改造方法,其特征在于:所述步骤一,对于双重化传统母差保护配置,一套传统母差保护配置始终投入运行,将另一套传统母差保护配置退出运行,将退出的传统母差保护配置之前各个间隔回路的交流量、开入开出量电缆接线的端子顺序接入数字化母差保护子机;

对于单重化传统母差保护配置户外断路器、互感器二次侧有母差保护所需接入的交流量、开入开出量的备用接点,通过电缆将备用接点接入数字化母差保护子机,不退出现有传统母差保护;

传统母差保护配置所需接入的交流量、开入开出量无备用的接点,退出传统母线保护,将退出的传统母差保护装置之前所接各个间隔回路的交流量、开入开出量电缆接线的端子顺序接入子机。

## 智能化变电站的改造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种智能化变电站的建设方法,特别是一种采用数字化母差保护改造智能化变电站的方法。

### 背景技术

[0002] 随着智能化变电站建设的进一步推广以及数字化保护的广泛应用,数字化保护在智能化变电站建设以及改造中的工程应用是智能变电站建设的重点之一。数字化母线保护以及保护范围及应用条件的重要性与特殊性,在智能化变电站的工程应用中占有极其重要的地位。由于智能化变电站采用光纤传输数字信息,大大减少了变电站内电缆接线工作量,缩短安装、调试智能化变电站周期,并可实现继电保护装置及二次回路在线监测,为开展继电保护状态检修提供可靠技术保障。现有技术将传统变电站改造为智能变电站的方法,由于母线所有间隔不能一次完成改造,改造期间母差保护装置将不能采集到完整的母线信息,需要暂停对母线的保护,这给供电带来了安全隐患。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种智能化变电站的改造方法,要解决的技术问题是智能化变电站改造期间母线不失去保护运行。

[0004] 本发明采用以下技术方案:一种智能化变电站的改造方法,包括以下步骤:

[0005] 一、信息采集传递切换,被改造的传统变电站设置一台数字化母差保护主机,按每台数字化母差保护子机接入 1-12 个间隔,将传统变电站母差保护各间隔的二次电缆转移连接到数字化母差保护子机,数字化母差保护子机接收连接到的间隔的开入量,按每周波 80 点,对接入的间隔进行电流和电压的交流量采样,将交流量转换为数字量,通过光纤将开入量、数字量传输至数字化母差保护主机;

[0006] 二、数字化母差保护主机接收到数字化母差保护子机发来的开入量、数字量后,根据各间隔的开入量判断母线的运行方式,对数字量按母线保护判据进行处理,实现对母线的实时保护;

[0007] 三、对间隔的一次设备停电,分别将间隔合并单元和智能终端通过电缆与该间隔的变电站一次设备电连接,然后将合并单元和智能终端与数字化母差保护主机通过光纤连接,投入一次设备;

[0008] 四、对已经完成智能化改造的间隔,修改数字化母差保护主机的通信参数设置,使采集的间隔开入量和交流量由数字化母差保护子机上送切换到合并单元和智能终端上送,实现改造间隔采集信息的切换;

[0009] 五、数字化母差保护主机接入所有间隔的合并单元和智能终端,全部撤除子机,完成智能化变电站的改造。

[0010] 本发明方法的步骤一中数字化母差保护子机接收数字化母差保护主机发送的开出信息,数字化母差保护主机发出保护动作信号,通过数字化母差保护子机的开出继电器

实现一次开关跳闸。

[0011] 本发明方法的数字化母差保护子机接收数字化母差保护主机发送的 GOOSE 跳闸报文并按照 IEC61850 标准规定的格式进行报文解析,获取数字化母差保护主机当前发出的动作指令,当 GOOSE 报文中对应有间隔置位跳闸出口命令时,将出口命令发送出,控制对应的出口继电器出口跳闸。

[0012] 本发明方法的步骤二数字化母差保护主机将母差保护运行信息发送到位于主控制室的自动化监控系统,实现变电站运行人员对母差保护的远程监控;所述数字化母差保护主机存储母差保护运行信息;所述母差保护运行信息为主机接收到子机发来的开入量、数字量、主机与子机的通信工况信息。

[0013] 本发明方法的步骤三投入一次设备后,合并单元和智能终端将采集的电流和电压的交流量的数字量、开入量上送到数字化母差保护主机,在每个间隔进行改造连接合并单元和智能终端期间,数字化母差保护主机仍经数字化母差保护子机接收被改造间隔的开入量、按每周波 80 点采集的交流量的数字量,对合并单元和智能终端上送到主机的数字量、开入量不进行处理。

[0014] 本发明方法的步骤四修改数字化母差保护主机的通信参数设置前,进行测试,测试方法为:

[0015] 对数字化母差保护子机与合并单元的同步性进行测试,合并单元与数字化母差保护子机等间隔向数字化母差保护主机发送按每周波 80 点采集的交流量的数字量,数字化母差保护主机采用插值同步方法进行处理;

[0016] 对母差保护配置测试,采用模拟量测试仪模拟智能终端、合并单元、数字化母差保护子机或在改造前将数字化母差保护主机与智能终端、合并单元、数字化母差保护子机模拟现场通过光纤连接起来,并将配置文件下装到智能终端、合并单元、数字化母差保护子机,查看智能终端、合并单元、数字化母差保护子机与数字化母差保护主机之间通信是否正常,模拟给数字化母差保护主机加入开入量、交流量,查看数字化母差保护主机是否能够正确收到报文,告警、动作后,将跳闸信息、告警信息正确发出。

[0017] 本发明方法的步骤四完成改造的间隔智能终端实时上送开入量,合并单元按每周波 80 点对间隔进行电流和电压的交流量采样并模数转换上送数字化母差保护主机。

[0018] 本发明方法的数字化母差保护子机采集多间隔电流和电压的交流量,模数转换转换后得到的交流采样数据,将交流采样数据合并在一起,通过差值采样算法对不同间隔的交流采样数据进行时间同步,再将合并同步后的各个间隔交流采样数据按 IEC61850-9-2 规约打包成帧,转换成光信号,通过光纤连线将包含交流采样值信息的报文发送给数字化母差保护主机。

[0019] 本发明方法的数字化母差保护子机采集多间隔开入信号,转换成数字信息,按照 IEC61850 标准规定的 GOOSE 报文格式将选取的开入量打包后,转换成光信号,通过光纤连线将包含开入量数据的报文发送给数字化母差保护主机。

[0020] 本发明方法的步骤一,对于双重化传统母差保护配置,一套传统母差保护配置始终投入运行,将另一套传统母差保护配置退出运行,将退出的传统母差保护配置之前各个间隔回路的交流量、开入开出量电缆接线的端子顺序接入数字化母差保护子机;

[0021] 对于单重化传统母差保护配置户外断路器、互感器二次侧有母差保护所需接入的

交流量、开入开出量的备用接点,通过电缆将备用接点接入数字化母差保护子机,不退出现有传统母差保护;

[0022] 传统母差保护配置所需接入的交流量、开入开出量无备用的接点,退出传统母线保护,将退出的传统母差保护装置之前所接各个间隔回路的交流量、开入开出量电缆接线的端子顺序接入子机。

[0023] 本发明与现有技术相比,采用智能化变电站用的数字化母差保护主机和数字化母差保护子机在改造的过程中共用,改造过程不影响变电站全站的保护运行方式及负荷分配,减少了改造期间设备的停电时间,被改造的一次设备仅需停电一次,母差保护退出时间较短,电网运行可靠性高,降低施工难度,提高工作效率,投资较小,仅需增加数字化母差保护子机,数字化母差保护子机可以反复多次使用。

### 附图说明

[0024] 图 1 是本发明实施例的数字化母差保护主机和数字化母差保护子机接线图。

[0025] 图 2 是本发明实施例改造过程中的数字化母差保护主机连接图。

[0026] 图 3 是本发明实施例改造完成后的数字化母差保护主机连接图。

[0027] 图 4 是本发明实施例的 1588 时钟同步校时示意图。

[0028] 图 5 是本发明实施例的数字化母差保护子机电路框图。

[0029] 图 6 是插值同步方法的原理图。

### 具体实施方式

[0030] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细说明。本发明的智能化变电站的改造方法,采用智能化变电站用的数字化母差保护主机(主机)和数字化母差保护子机(子机)在改造的过程中共用,包括以下步骤:

[0031] 一、信息采集传递切换,每个被改造的传统变电站设置一台主机,对传统变电站进行智能化改造前,如图 1 所示,根据被改造的传统变电站实际间隔数,每台子机接入 1-12 个间隔,因此被改造的 110kV 传统变电站可以设置 1-3 台子机,将传统变电站母差保护各间隔的二次电缆转移连接到子机,由子机进行信息采集并传输到主机,实现信息采集切换,各子机接收连接到的间隔的开入量,按每周波 80 点,对接入的间隔进行电流和电压的交流量(交流量)采样,并将采样得到的交流量转换为数字量,通过光纤将开入量、数字量传输至主机;同时子机接收主机发送的开出信息,一旦主机发出保护动作信号,将通过子机的开出继电器实现一次开关跳闸。

[0032] 二、主机接收到子机发来的开入量、数字量后,根据各间隔的开入量判断该被改造的传统变电站母线的运行方式,对数字量按母线保护判据进行正常处理,实现对母线的实时保护,将母差保护运行信息发送到位于主控制室的自动化监控系统,实现变电站运行人员对母差保护的远程监控,并在主机的管理单元存储母差保护运行信息,方便操作人员通过主机的人机界面随时进行查看。母差保护运行信息为主机接收到子机发来的开入量、数字量、主机与子机的通信工况信息。

[0033] 三、对传统变电站进行智能化改造,如图 2 所示,对即将被改造的间隔的一次设备停电,分别将间隔合并单元 MU 和智能终端通过电缆与该间隔的变电站一次设备电连接,用

以采集需要的电流和电压的交流量、开入量,然后将合并单元 MU 和智能终端与主机通过光纤连接,投入一次设备,合并单元 MU 和智能终端将采集的电流和电压的交流量的数字量、开入量上送到主机。在每个间隔进行改造连接合并单元和智能终端期间,主机仍经子机接收被改造间隔的开入量、按每周波 80 点采集的交流量的数字量,对合并单元和智能终端上送到主机的数字量、开入量不进行处理,以保证改造期间母差保护投入运行。

[0034] 四、对传统变电站进行智能化改造中,对已经完成智能化改造的间隔,合并单元和智能终端通过光纤接入主机,通过修改主机的通信参数设置,使采集的间隔开入量和交流量由子机上送切换到合并单元和智能终端上送。完成改造的间隔智能终端实时上送开入量,合并单元按每周波 80 点对间隔进行交流量采样并模数转换上送主机,实现改造间隔采集信息的切换。修改主机的通信参数,将被改造间隔的接收参数为子机的网络通信 MAC 地址、APPID(IEC61850 规约中的应用标识)、应用标识修改为合并单元和智能终端的 MAC 地址、APPID、应用标识。

[0035] 五、全部间隔连接合并单元和智能终端,如图 3 所示,主机接入所有间隔的合并单元和智能终端,全部撤除子机,完成智能化变电站的改造。

[0036] 所述子机作为数字化母差保护改造过程中的重要设备,分别采集多个间隔的开入量,同时进行交流量采样,将采样得到的交流量转换为数字量,再将开入量和数字量传输至主机。

[0037] 所述主机为最终在变电站长期运行的母差保护装置,传统变电站进行智能化改造后,主机接收各个间隔合并单元上送的电流和电压的交流量的数字量,智能终端上送的一次设备的位置信号(开入量),计算后判断母线的运行状态。通过母差保护装置的人机界面操作人员可随时查看母线运行工况,母线运行出现异常时,主机告警灯告警、人机界面将给出告警信息,并通过站内组建的网络向位于主控制室的自动化监控系统实时发出母线运行异常信息,主机发出保护动作信号,通过智能终端的开出继电器实现一次开关跳闸。在主机上存储有母差保护运行信息。在智能化改造过程中,主机接收子机发来的开入量、数字量进行母线保护,当主机发出保护动作信号时,通过子机的开出继电器实现一次开关跳闸。

[0038] 智能终端为智能组件,与变电站一次设备采用电缆连接,与保护、测控等二次设备采用光纤连接。智能终端采集一次设备的开入量,将开入量传输给主机;接收主机输出的开出量,控制一次设备动作。变电站一次设备为变电站输配电能的设备,包括断路器、隔离刀闸、主变压器等。

[0039] 合并单元对来自二次转换器的电流和电压量数据进行时间相关组合的物理单元。合并单元作为电子式电流、电压互感器的接口装置,对电流和电压量进行合并和同步处理,将处理后的数字信号传输给主机。合并单元可是电子式电流、电压互感器的一个组成件,也可是一个分立单元。

[0040] 如图 5 所示,子机设有交流采样电路(交流采样板)、模数 AD 转换电路、开入电路(开入板)、开出电路(出口板)、模拟量采样 SV 通信接口(SV 通信接口板)、面向通用对象的变电站事件 GOOSE 通信接口(GOOSE 通信接口板)、光纤接口、电源。子机的 GOOSE 通信接口板上,接收光口与发送光口成对设置。各个电路与接口采用 1000M 高速低压差分信号传输 LVDS(Low Voltage Differential Signaling)总线。子机的各个电路与接口合理划分板件,把计算量合理地分配到各板件,充分利用分布式计算的优势,实现高性能。子机可实

现 12 路间隔的交流采样和开入开出量传递。采用网络测量和控制系统的精密时钟同步协议标准 IEEE1588 同步对时,在不依赖于外部时钟条件下,与主机配合完成交流采样的同步与母差保护装置对时。

[0041] 子机完成以下工作：

[0042] 1、完成多间隔交流采样和同步,将交流采样值模数 AD 转换后通过直连的光纤以变电站通信网络和系统协议 IEC61850-9-2 规约报文发送给主机。

[0043] 2、采集多间隔开入量,通过直连光纤将开入量以 GOOSE 规约报文发送给主机。

[0044] 3、通过直连光纤接收主机以 GOOSE 规约报文发送的间隔开出量,再通过继电器出口跳闸。

[0045] 子机的工作方法为：

[0046] 1、交流采集,子机的交流采样板采集多间隔电流和电压的交流量(交流采样值),AD 转换电路将交流采样值进行 AD 转换后得到的数字量(交流采样数据),发送给 SV 通信接口板,SV 通信接口板将接收到的各个间隔的交流采样数据合并在一起,再将合并后的各个间隔交流采样数据按 IEC61850-9-2 规约打包成帧,通过 SV 通信接口板上光模块转换成光信号,通过 ST 型号光纤接口及其连接的光纤连线将包含交流采样值信息的报文发送给主机。

[0047] 2、采集开入与开出跳闸,子机的开入板采集多间隔开入信号,送入 GOOSE 通信接口板,GOOSE 通信接口板将开入量信号转换成数字信息,根据子机的 GOOSE 功能模块设置选取主机需要的开入量数据,按照 IEC61850 标准规定的 GOOSE 报文格式将选取的开入量打包后,通过 GOOSE 通信接口板上光模块转换成光信号,通过 ST 型号光纤接口及其连接的光纤连线将包含开入量数据的报文发送给主机。

[0048] 子机的 GOOSE 通信接口板同时接收主机发送的 GOOSE 跳闸报文并按照 IEC61850 标准规定的格式进行报文解析,获取主机当前发出的动作指令情况,当 GOOSE 报文中对应有间隔置位跳闸出口命令时,GOOSE 通信接口板将出口命令间隔开出量发送给出口板,控制对应的出口继电器出口跳闸。

[0049] 3、IEEE1588 同步对时,根据同步过程中角色的不同,可将网络上设备分为两类,主时钟和从时钟。提供同步时钟源的叫主时钟,而与之同步的时钟称为从时钟,因此主时钟和从时钟是相对的,任何一个网络时钟都可以充当主时钟和从时钟。如图 4 所示,在第一阶段只有主机与子机连接的时候,主机做为主时钟,子机做为从时钟,主机与子机之间采用点对点直接连接的方式,不依赖外部同步时钟以及网络交换机进行内同步,通信可靠性高,同步性能也高。随着改造进行,主机接入交换机网络,主时钟源做为主时钟,主机、智能终端和合并单元均作为从时钟接收主时钟的同步校时报文实现同步。子机作为从时钟,可以以主机作为主时钟进行同步校时,也可以通过接入站内组建的交换机网络,与主机、智能终端、合并单元一起作为从时钟接收网络同步校时报文。

[0050] 本实施例针对 330kV 传统变电站改造为智能化变电站,间隔数量为 16,第一台子机接入 12 个间隔,第二台子机接入 4 个间隔,主机采用长园深瑞继保自动化有限公司的 BP-2C-D 母线保护装置,合并单元采用长园深瑞继保自动化有限公司的 BP-2C-D 母线保护子机,智能终端采用国电南瑞科技股份有限公司的 NSR351D,分为三个阶段：

[0051] 1、第一阶段为主机与子机接线并投入运行,以减少智能化改造过程中一次设备停



电时间,保证母线设备处于有保护状态运行,具体工程实施方案分为两种:

[0052] 对于双重化传统母差保护配置的情况,一套传统母差保护配置始终投入运行,将另一套传统母差保护配置退出运行,将退出的传统母差保护配置之前各个间隔回路的交流量、开入开出量电缆接线的端子顺序接入子机,并将主机与子机通过光纤连接,待所有接入子机的接线更改完成后与主机建立连接,通过查看主机显示,确定主机采集的交流量、开入量与现场一套传统母差保护采集的一致,再通过测试仪对母差保护逻辑及开出回路进行测试,确定连接没有问题后,将数字化母差保护主机和数字化母差保护子机投入运行。

[0053] 对于单重化传统母差保护配置的情况,若户外断路器、互感器二次侧有母差保护所需接入的交流量、开入开出量的备用接点,通过电缆将备用接点接入子机,可在不退出现有传统母差保护情况下,将各个间隔回路的交流量、开入开出量电缆接线的端子按设计图纸设计的顺序接入子机,将主机与子机通过光纤连接,待所有接入子机的接线更改完成后与主机建立连接,通过查看主机显示,确定主机采集的交流量、开入开出量与现场一致,再通过测试仪对母差保护逻辑及开出回路进行测试,确定连接没有问题后,将数字化母差保护主机和数字化母差保护子机投入运行。

[0054] 若传统母差保护配置所需接入的交流量、开入开出量无备用的接点,则为减少一次设备停电时间,需退出传统母线保护,并尽快将退出的传统母差保护装置之前所接各个间隔回路的交流量、开入开出量电缆接线的端子顺序接入子机,将主机与子机通过光纤连接,待所有接入子机的接线更改完成后,完成主机与子机接线改造与测试,测试正常后立即投入运行,通过查看主机显示,确定主机采集的交流量、开入开出量与现场一致,并且通过测试仪对母差保护逻辑及开出回路进行测试,确定连接没有问题后,将数字化母差保护主机和数字化母差保护子机投入运行。

[0055] 考虑到母差保护装置作为变电站母线的保护装置,对母线的安全运行非常重要,除改造前期对联调过程中保护、调试方案进行完善,对母差保护装置的保护逻辑、主机与子机通信的通信配置文件进行验证备份外,还需在接线完成后对主机与子机配合并且带断路器进行实验,以保证投运的主机和子机接线的正确性与测试完整性。

[0056] 第一阶段完成后的数字化母差保护主机和数字化母差保护子机接线如图 1 所示。

[0057] 2、第二阶段为停电改造间隔,接入数字化母差保护主机。

[0058] 配合停电改造间隔进行数字化改造,被改造间隔的一次设备停电,由于数字化改造后的间隔没有电缆端子可以连接到传统母差保护装置,导致传统母差保护装置采集不到改造后的间隔信息,传统母差保护装置将退出运行。第二阶段是母差保护智能化改造的重点步骤,改造过程中主要包括以下步骤:

[0059] (1) 被改造间隔的一次设备停电后,进行间隔相关保护以及回路接线的智能化改造,去掉子机已连接的间隔的接线,将间隔合并单元 MU 和智能终端通过电缆与该间隔的变电站一次设备电连接,将合并单元 MU 和智能终端与主机通过光纤连接,更换主机的配置文件。

[0060] (2) 对改造完成后的母差保护装置进行调试,验证母差保护逻辑、开入开出量、接口控制文件 icd、字库格式 CID、学引文数据库 SCD 文件及相关虚端子接线的正确性。

[0061] (3) 投入改造间隔一次设备,观察母差保护各间隔交流采样正确性及同步性,观察差流及开入正确性,若母差保护运行正常,可投入母差保护。

[0062] 第二阶段改造过程中的数字化母差保护主机连接如图 2 所示。

[0063] 3、第三阶段为所有被改造间隔均接入数字化母差保护主机。

[0064] 待所有停电改造的间隔均接入主机后,可完全拆除子机,智能化变电站的母差保护改造完成。改造完成后的数字化母差保护主机连接图 3 所示。

[0065] 母差保护改造采用主机+子机的模式,在改造连接主机的工作完成后,需要进行测试,方可修改主机的通信参数设置,投入数字化母差保护,测试方法为:

[0066] (1) 子机与间隔合并单元同步测试

[0067] 由于交流采样同步性对母差保护差流计算影响较大,故需对子机与合并单元的同步性进行测试。为保证交流量采样同步性,本实施例主机采用插值同步方法,同步不依赖于外部同步时钟,合并单元与子机需等间隔向主机发送每周波 80 点的包含交流量信息的数字量,保证通道延时与实际延时保持完全一致。

[0068] 如图 6 所示,插值同步方法的原理:母差保护收到合并单元及子机的每路数据的每个采样值时记下相应的时刻 T11、T12、T13 和 T21、T22、T23,在进入中断程序的每个重采样时刻点 T 上,每一路的数据在其前后都会有采样值,根据前后点与此时刻的数值和时间差,利用拉格朗日插值算法可以得到一个“同步采样值”,所有路的数据“同步采样值”都是此参考时刻的。参考时刻 T 按固定间隔时间后移,计算不断进行,于是得到连续的“同步采样值”。

[0069] (2) 改造过程中母差保护配置测试

[0070] 母差保护配置是母差保护通信所必须的一个文件,文件通过全站系统配置文件 SCD 生成的包含母差保护发送 GOOSE 报文的 MAC 地址、APPID、GoID、GOOSE 跳闸信息及母差保护需要通信的合并单元、智能终端、母差子机的 MAC 地址、APPID、GoID、svID 信息、发送数据信息的文件,母差保护启动时,需要加载配置文件,通过其中的参数确定母差保护报文的发送参数及确定收到的报文是否是正确及从收到的报文中获得装置需要的信息。

[0071] 由于本实施例改造间隔数量多,改造时间紧,改造过程相对复杂,母差保护配置对改造过程顺利进行影响重大。故本实施例在改造过程中母差保护配置测试(联调)过程中针对改造各阶段,对母差保护进行配置测试,同时将配置文件进行保存备份。

[0072] 配置测试为采用模拟量测试仪模拟智能终端、合并单元、子机或在改造前将主机与智能终端、合并单元、子机模拟现场通过光纤连接起来,并将配置文件下装到智能终端、合并单元、子机,查看智能终端、合并单元、子机与主机之间通信是否正常,模拟给主机加入开入量、交流量,查看主机是否能够正确收到报文,告警、动作后,将跳闸信息、告警信息正确发出。此处配置文件并不是唯一的,而是随着改造的进度,存在主机采集信息从子机切换到智能终端、合并单元的情形,每一次切换主机都对应一个配置文件,子机、智能终端、合并单元配置文件唯一。

[0073] 联调过程中的专项测试保证了改造过程各文件配置的正确性和一致性,同时极大的节约了改造过程中母差保护装置最终运行文件配置和调试的时间,确保母差保护改造工作在计划时间内顺利进行,按时投运。

[0074] 母差保护装置不依赖于外部对时系统实现其保护功能,本实施例母差保护采样同步方式采用插值同步方法。由于采样同步对数字化母差保护性能影响很大,故在联调时对子机与各合并单元同步进行专项测试。

[0075] 专项测试方法为：采用互感器校验仪对合并单元与子机的采样延时时间进行测试。将标准源输出的模拟交流量连接到互感器校验仪的交流采样输入，将同一路交流量采样接入数据采集单元 DAU 合并单元或子机，同时将合并单元与子机数字采样输出光口连接到校验仪的光口。将变电站的同步信号接到互感器校验仪的同步信号输入，或使用本互感器校验仪的同步信号则将互感器校验仪的同步信号输出连接到合并单元。根据互感器校验仪输出的角差与比差，可测试合并单元和子机输出延时是否准确，并确定采样波形是否合格。通过串接电流与并接电压的方式对子机和合并单元的系统同步性能进行验证测试。由于本实施例采用传统互感器，可采用模拟量测试仪作为标准源。

[0076] 本发明的方法适用于对 1000kV 及以下电压等级的传统变电站进行智能化改造，包括单母线、单母分段、双母线、双母单分段、双母双分段（一套装置内实现）以及 3/2 接线在内的各种主接线方式，主接线更改可通过配置完成。最大支持主接线规模为 36 个支路（线路、元件和联络开关）。本发明的方法采用统一的子机和系统，实现了子机的标准化、模块化，系统的组态化，方便配置和扩展。子机基于千兆低压差分信号技术接口 LVDS 总线架构和专用传输协议处理，实现数据分类处理，实现母线保护装置的大容量数据交互及低功耗。LVDS 校时总线，子机各 CPU 板同步精度可达到 0.1 $\mu$ s。适用插值同步与多种时钟同步方式（秒脉冲、B 码、IEEE 1588）。

[0077] 本发明的方法改造过程不影响变电站全站的保护运行方式及负荷分配，且适用于各种主接线方式；减少了改造期间一次设备的停电时间，被改造的一次设备仅需停电一次，母差保护退出时间较短，电网运行可靠性高，降低了施工难度，提高工作效率，投资较小，仅需增加子机屏柜，子机屏柜可以反复多次使用。

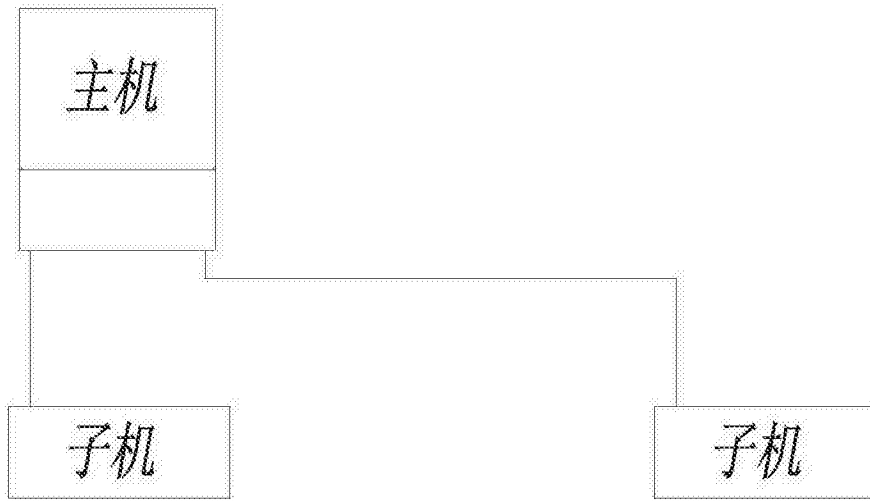


图 1

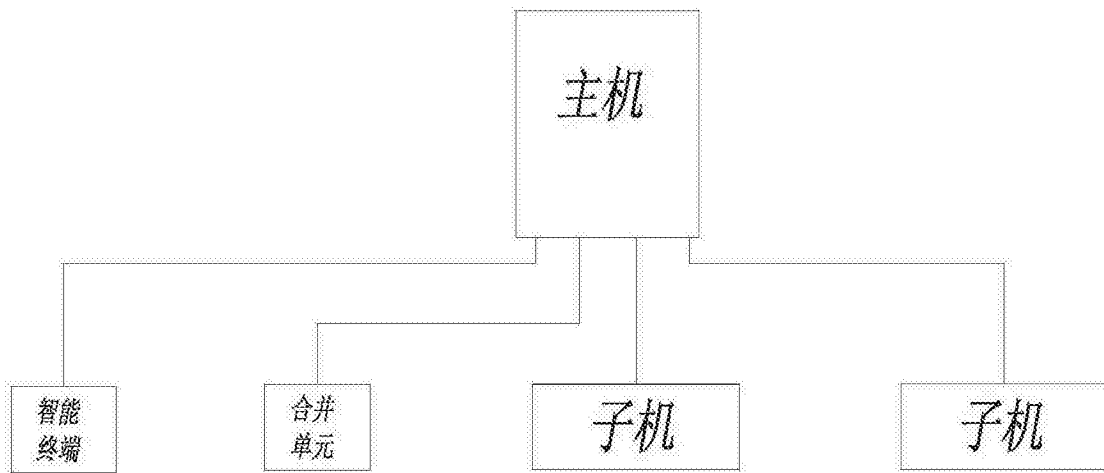


图 2

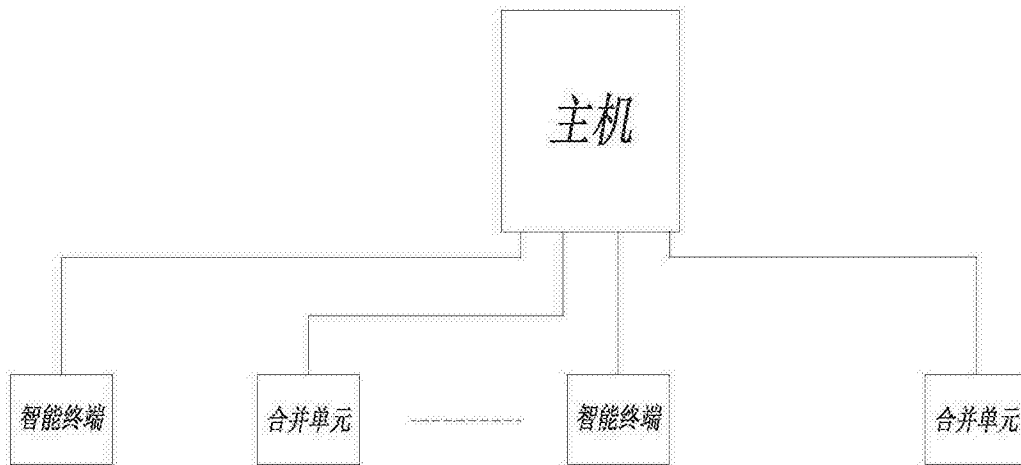


图 3

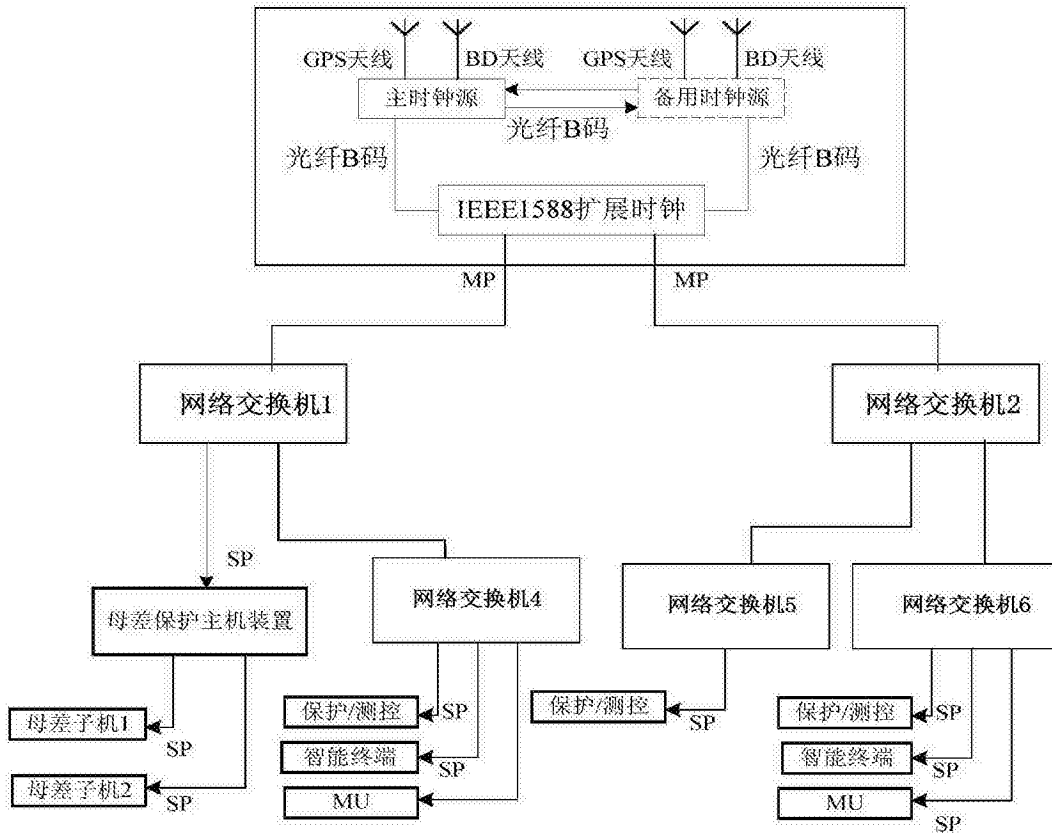


图 4

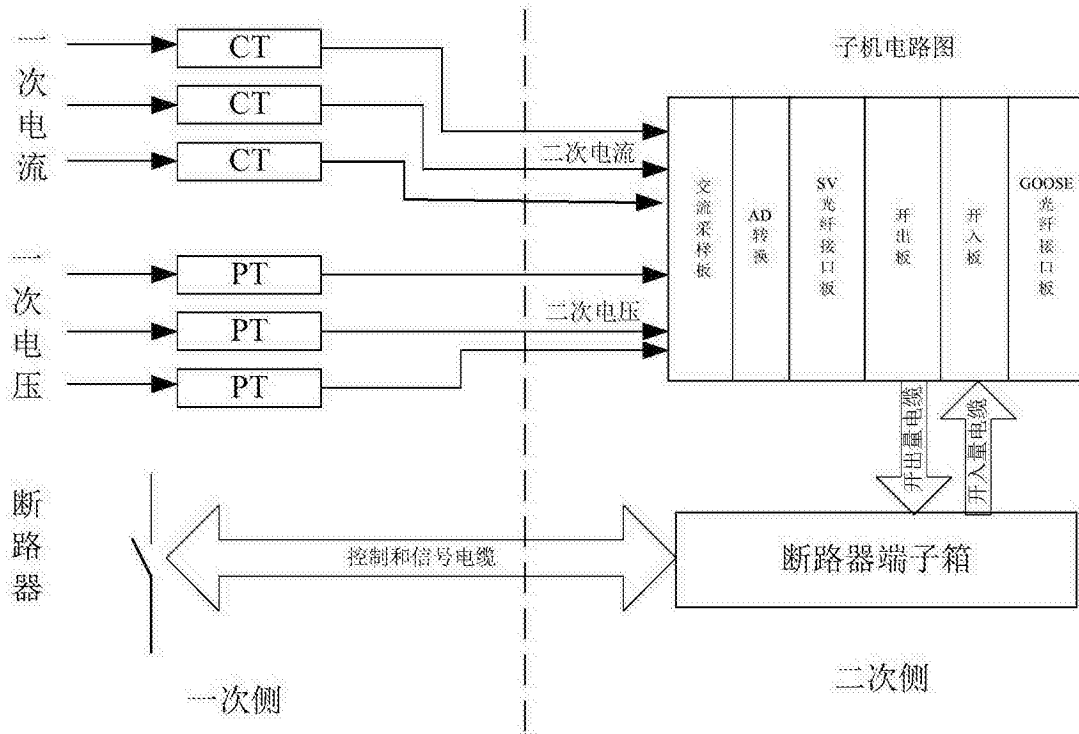


图 5

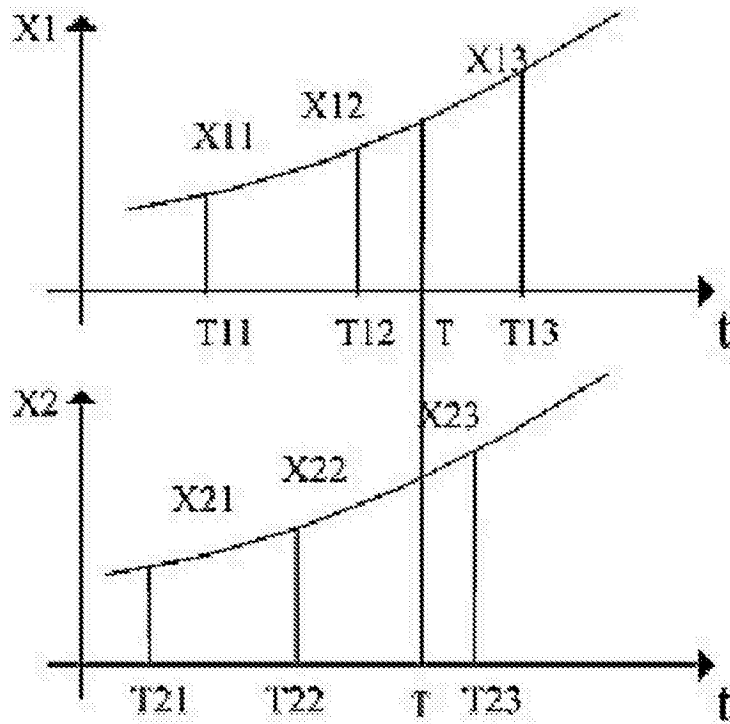


图 6