



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103124068 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201310039649. X

(22) 申请日 2013. 01. 31

(73) 专利权人 国家电网公司  
地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号  
专利权人 中国电力科学研究院  
国网安徽省电力公司

(72) 发明人 叶荣波 姚虹春 周昶 崔红芬  
陶琼

(74) 专利代理机构 北京安博达知识产权代理有限公司 11271

代理人 徐国文

(51) Int. Cl.  
H02H 7/26(2006. 01)  
H02J 13/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102664391 A, 2012. 09. 12, 说明书第 10 段至第 18 段, 第 23 段至第 51 段、附图 1-3.

CN 101699707 A, 2010. 04. 28, 说明书第 10 段至第 29 段、附图 1.

DE 102007016635 A1, 2008. 10. 16, 全文.

CN 102222934 A, 2011. 10. 19, 全文.

审查员 郑悦

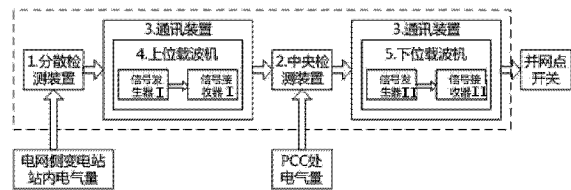
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种分布式发电并网系统防孤岛保护系统及其保护方法

(57) 摘要

本发明涉及一种分布式发电并网系统防孤岛保护系统及其保护方法, 基于载波通信和分散检测技术, 包括分散检测装置用于采集系统侧电气量, 并对电气量进行数据处理及逻辑判断, 判断公共电网是否失电; 中央检测装置接收来自分散检测装置的信息进行逻辑判断, 实现分布式发电并网系统公共连接点处保护功能, 并向分布式电源并网点开关发送控制指令; 通讯装置用于将分散检测装置信息传送给中央检测装置, 以及将中央检测装置的控制命令传送给分布式电源并网点开关。本发明通过上位载波机获取电网侧的信息进行孤岛判别和下位载波机对用户侧分布式电源的并网点开关进行控制, 切除分布式电源, 防止孤岛效应的发生, 提高分布式发电并网系统的可靠性和安全性。



1. 一种分布式发电并网系统防孤岛保护系统,其特征在于,所述防孤岛保护系统基于载波通信和分散检测技术,包括分散检测装置(1)、中央检测装置(2)和通讯装置(3);

所述分散检测装置(1)用于采集系统侧电气量,并对所述电气量进行数据处理及逻辑判断,判断公共电网是否失电,为孤岛检测提供判据;

所述中央检测装置(2)接收来至分散检测装置(1)的信息并采集分布式发电并网系统公共连接点PCC处的电气量信息,将所述信息进行逻辑判断,实现防孤岛保护功能,同时能够实现分布式发电并网系统公共连接点PCC处保护功能,并向分布式电源并网点开关发送控制指令;

所述通讯装置(3)用于将分散检测装置(1)信息传送给中央检测装置(2),以及将中央检测装置(2)的控制命令传送给分布式电源并网点开关;

所述通讯装置(3)采用上位载波机(4)和下位载波机(5);所述分散检测装置(1)、上位载波机(4)、中央检测装置(2)和下位载波机(5)依次连接;

所述分散检测装置(1)采集公共电网系统侧的电气量包括10kV母线三相电压和频率模拟量信号以及与分布式电源相连接的10kV出线开关、变电站主变高压侧开关、主变低压侧开关和分段开关位置开关信号,并对所述模拟量信号和开关信号进行数据处理和逻辑判断;

所述中央检测装置(2)安装于分布式发电并网系统公共连接点PCC处,采集分布式发电并网系统公共连接点PCC处三相电压、三相电流和频率模拟量信号以及分布式发电并网系统公共连接点PCC处开关位置信号,接收来至上位载波机(4)的信息并通过下位载波机(5)向分布式电源并网点开关发送控制命令;

所述上位载波机(4)由信号发生器I和信号接收器I组成,所述上位载波机(4)负责分散检测装置(1)和中央检测装置(2)之间的通信,其信号发生器I安装于分散检测装置(1)处,信号接收器I安装于中央检测装置(2)处;

所述下位载波机(5)由信号发生器II和信号接收器II组成,所述下位载波机(5)用于中央检测装置(2)和分布式电源并网点开关之间的通信,其信号发生器II安装于中央检测装置(2)处,信号接收器II安装于分布式电源并网点开关处。

2. 一种分布式发电并网系统防孤岛保护系统的保护方法,其特征在于,所述方法包括下述步骤:

(一)分散检测装置(1)用于采集系统侧电气量,并对所述电气量进行数据处理及逻辑判断,判断公共电网是否失电,并向上位载波机(4)发送控制信号;

(二)上位载波机(4)接收来至分散检测装置(1)的控制信号,所述控制信号的信号发生器I发送脉冲信号,信号接收器I用于接收脉冲信号;

(三)中央检测装置(2)通过上位载波机接收来至分散检测装置(1)的信息并采集分布式发电并网系统公共连接点PCC处电气量信息进行逻辑判断,实现防孤岛保护功能以及分布式发电并网系统公共连接点PCC处保护功能,并向分布式电源并网点开关发送控制命令;

(四)下位载波机(5)将中央检测装置(2)发出的控制命令报文传送给分布式电源并网点开关控制器,所述分布式电源并网点开关控制器收到控制命令后对分布式电源并网点开关进行控制;

所述步骤（一）中，所述分散检测装置（1）孤岛逻辑判断原理包括：

A、若检测到母线线电压或频率低于整定值，则判为变电站上级电网失电，经延时后向上位载波机（4）发送闭锁信号，该延时躲过相邻线路故障切除时间，取为 0.6s；

B、对于单台主变的变电站，若检测到与分布式电源相连接的 10kV 出线开关、主变高压侧开关、主变低压侧开关任意一个开关位置为分位，则判为该变电站失电，无延时向上位载波机（4）发送闭锁信号；

C、对于 2 台主变的变电站，设：与光伏电源连在同一段母线上的主变为 1# 主变，另一台为 2# 主变；若检测到与分布式电源相连接的 10kV 出线开关位置为分位或者 1# 主变高压侧开关、主变低压侧开关任意一侧开关位置为分位，同时 2# 主变高压侧开关、主变低压侧开关以及分段开关中任意一个开关位置为分位，则判为该变电站失电，无延时向上位载波机（4）发送闭锁信号；

所述步骤（二）中，上位载波机（4）采用如下的信息传输方式：

正常运行时，信号发生器 I 不停的发送脉冲信号，信号接收器 I 正常接收脉冲信号；

若信号发生器 I 收到分散检测装置 1 发出的闭锁信号，则停止发送脉冲信号，信号接收器 I 在 5 个周波内没有接收到脉冲信号，则向中央检测装置 2 发送断线信号；

若载波线路断线，信号接收器 I 在 5 个周波内没有接收到脉冲信号，则向中央检测装置（2）发送断线信号；

上位载波机（4）具备自检功能，若检测到自身故障，信号接收器 I 向中央检测装置（2）发送故障信号；

所述步骤（三）中，所述中央检测装置（2）的孤岛逻辑判断原理包括：

①若检测到 PCC 处开关位置为分位，则判为分布式发电系统与电网断开，防孤岛保护系统动作，无延时通过下位载波机（5）发送控制命令，跳开分布式电源并网点开关；

②若收到上位载波机（4）发送的断线信号，则判为系统侧失电，防孤岛保护系统动作，无延时通过下位载波机（5）发送控制命令，跳开分布式电源并网点开关；

③若收到上位载波机（4）的故障信号，则闭锁防孤岛保护系统。

## 一种分布式发电并网系统防孤岛保护系统及其保护方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及分布式发电技术领域,具体涉及一种分布式发电并网系统防孤岛保护系统及其保护方法。

### 背景技术

[0002] 近几年,加快推进新能源发电的发展以应对能源危机以及节能减排带来的压力。在新能源发电的发展中,包括太阳能发电、风力发电、生物质能发电等分布式发电得到了迅猛的发展。大量的分布式电源接入配电网,有效提高了配电网的可靠性,提高了区域供电的电能质量,同时降低了网损,经济效益显著。但是分布式发电的并网运行也带来了一些新的问题,其中最严重的问题就是分布式电源的孤岛效应。

[0003] 所谓孤岛是指电网因网络故障或停电维修而跳闸后,用户端的分布式电源 DG 系统未能及时检测出停电状态而将自身切离主系统,形成由分布式电源 DG 系统和周围的负载组成的一个自给供电的孤岛。一般来说,孤岛效应可能对整个配电系统设备及用户端的设备造成不利的影晌,孤岛效应的危害包括:

[0004] 1、危害电力维修人员的生命安全;

[0005] 2、影响配电系统上的保护开关动作程序;

[0006] 3、孤岛区域所发生的供电电压与频率的不稳定性质会对用电设备带来破坏;

[0007] 4、当供电恢复时造成的电压相位不同步将会产生浪涌电流,可能会引起再次跳闸或对光伏系统、负载和供电系统带来损坏;

[0008] 5、光伏并网发电系统因单相供电而造成系统三相负载的欠相供电问题。

[0009] 由此可见,作为一个安全可靠的分布式发电并网系统,必须能及时、可靠的检测出孤岛效应并避免所带来的危害。

### 发明内容

[0010] 针对现有技术的不足,本发明的目的是提供一种分布式发电并网系统防孤岛保护系统,另一目的是提供分布式发电并网系统防孤岛保护系统的保护方法,该防孤岛保护系统及其保护方法,通过分散检测装置获取系统侧的信息进行孤岛判别,当判断公共电网失电以后,通过中央检测装置对用户侧分布式电源的并网点开关进行控制,切除分布式电源,防止孤岛效应的发生。分散检测装置和中央检测装置由微机测控保护装置构成,测量精度高、安装维护简便、技术成熟可靠。该防孤岛保护系统还可测量 PCC(分布式发电并网系统公共连接点)处三相电压、三相电流以及频率,实现电流保护、过/欠压保护、过/欠频保护等继电保护应用,提高分布式发电并网系统的可靠性和安全性。

[0011] 本发明的目的是采用下述技术方案实现的:

[0012] 一种分布式发电并网系统防孤岛保护系统,其改进之处在于,所述防孤岛保护系统基于载波通信和分散检测技术,包括分散检测装置 1、中央检测装置 2 和通讯装置 3;

[0013] 所述分散检测装置 1 用于采集系统侧电气量,并对所述电气量进行数据处理及逻

辑判断,判断公共电网是否失电,为孤岛检测提供判据;

[0014] 所述中央检测装置 2 接收来至分散检测装置 1 的信息并采集分布式发电并网系统公共连接点 PCC 处的电气量信息,将所述信息进行逻辑判断,实现防孤岛保护功能,同时能够实现分布式发电并网系统公共连接点 PCC 处保护功能,并向分布式电源并网点开关发送控制指令;

[0015] 所述通讯装置 3 用于将分散检测装置 1 信息传送给中央检测装置 2,以及将中央检测装置 2 的控制命令传送给分布式电源并网点开关。

[0016] 优选的,所述通讯装置 3 采用上位载波机 4 和下位载波机 5;所述分散检测装置 1、上位载波机 4、中央检测装置 2 和下位载波机 5 依次连接。

[0017] 优选的,所述分散检测装置 1 采集公共电网系统侧的电气量包括 10kV 母线三相电压和频率模拟量信号以及与分布式电源相连接的 10kV 出线开关、变电站主变高压侧开关、主变低压侧开关和分段开关位置开关信号,并对所述模拟量信号和开关信号进行数据处理和逻辑判断。

[0018] 优选的,所述中央检测装置 2 安装于分布式发电并网系统公共连接点 PCC 处,采集分布式发电并网系统公共连接点 PCC 处三相电压、三相电流和频率模拟量信号以及分布式发电并网系统公共连接点 PCC 处开关位置信号,接收来至上位载波机 4 的信息并通过下位载波机 5 向分布式电源并网点开关发送控制命令。

[0019] 较优选的,所述上位载波机 4 由信号发生器 I 和信号接收器 I 组成,所述上位载波机 4 负责分散检测装置 1 和中央检测装置 2 之间的通信,其信号发生器 I 安装于分散检测装置 1 处,信号接收器 I 安装于中央检测装置 2 处。

[0020] 较优选的,所述下位载波机 5 由信号发生器 II 和信号接收器 II 组成,所述下位载波机 5 用于中央检测装置 2 和分布式电源并网点开关之间的通信,其信号发生器 II 安装于中央检测装置 2 处,信号接收器 II 安装于分布式电源并网点开关处。

[0021] 本发明基于另一目的提供的一种分布式发电并网系统防孤岛保护系统的保护方法,其改进之处在于,所述方法包括下述步骤:

[0022] (一)分散检测装置 1 用于采集系统侧电气量,并对所述电气量进行数据处理及逻辑判断,判断公共电网是否失电,并向上位载波机 4 发送控制信号;

[0023] (二)上位载波机 4 接收来至分散检测装置 1 的控制信号,该信号控制信号发生器 I 发送脉冲信号,信号接收器 I 用于接收脉冲信号;

[0024] (三)中央检测装置 2 通过上位载波机接收来至分散检测装置 1 的信息并采集分布式发电并网系统公共连接点 PCC 处电气量信息进行逻辑判断,实现防孤岛保护功能以及分布式发电并网系统公共连接点 PCC 处保护功能,并向分布式电源并网点开关发送控制命令;

[0025] (四)下位载波机 5 将中央检测装置 2 发出的控制命令报文传送给分布式电源并网点开关控制器,所述分布式电源并网点开关控制器收到控制命令后对分布式电源并网点开关进行控制。

[0026] 优选的,所述步骤(一)中,所述分散检测装置 1 孤岛逻辑判断原理包括:

[0027] A、若检测到母线段电压或频率低于整定值(该值根据现场情况整定),则判为变电站上级电网失电,经延时后向上位载波机 4 发送闭锁信号,该延时躲过相邻线路故障切除

时间,取为 0.6s ;

[0028] B、对于单台主变的变电站,若检测到与分布式电源相连接的 10kV 出线开关、主变高压侧开关、主变低压侧开关任意一个开关位置为分位,则判为该变电站失电,无延时向上位载波机 4 发送闭锁信号;

[0029] C、对于 2 台主变的变电站,设:与光伏电源连在同一段母线上的主变为 1# 主变,另一台为 2# 主变;若检测到与分布式电源相连接的 10kV 出线开关位置为分位或者 1# 主变高压侧开关、主变低压侧开关任意一侧开关位置为分位,同时 2# 主变高压侧开关、主变低压侧开关以及分段开关中任意一个开关位置为分位,则判为该变电站失电,无延时向上位载波机 4 发送闭锁信号。

[0030] 优选的,所述步骤(二)中,上位载波机 4 采用如下的信息传输方式:

[0031] 正常运行时,信号发生器 I 不停的发送脉冲信号,信号接收器 I 正常接收脉冲信号;

[0032] 若信号发生器 I 收到分散检测装置 1 发出的闭锁信号,则停止发送脉冲信号,信号接收器 I 在 5 个周波内没有接收到脉冲信号,则向中央检测装置 2 发送断线信号;

[0033] 若载波线路断线,信号接收器 I 在 5 个周波内没有接收到脉冲信号,则向中央检测装置 2 发送断线信号;

[0034] 上位载波机 4 具备自检功能,若检测到自身故障,信号接收器 I 向中央检测装置 2 发送故障信号。

[0035] 优选的,所述步骤(三)中,所述中央检测装置 2 的孤岛逻辑判断原理包括:

[0036] ①若检测到 PCC 处开关位置为分位,则判为分布式发电系统与电网断开,防孤岛保护系统动作,无延时通过下位载波机 5 发送控制命令,跳开分布式电源并网点开关;

[0037] ②若收到上位载波机 4 发送的断线信号,则判为系统侧失电,防孤岛保护系统动作,无延时通过下位载波机 5 发送控制命令,跳开分布式电源并网点开关;

[0038] ③若收到上位载波机 4 的故障信号,则闭锁防孤岛保护系统。

[0039] 与现有技术比,本发明达到的有益效果是:

[0040] 与本地孤岛检测方式相比,本发明克服了本地孤岛检测存在较大检测盲区 NDZ,影响配电网电能质量等缺点,具备的优点包括:无检测盲区 NDZ、检测准确可靠;对于单个或多个逆变器的孤岛检测都有效;它的性能与分布式电源的类型无关,也不会对电网的正常运行造成干扰。

[0041] 与传统的基于载波的远程孤岛检测方式相比,传统方式缺少分散检测装置,只能反映载波线路是否失电的情况,对于站内以及上一级电网的失电情况不能做出有效判别;本发明利用分散检测装置能够判别站内以及上一级电网的失电情况,扩大了孤岛检测范围,应用范围更广。

[0042] 本发明还能够实现 PCC 处的继电保护功能,PCC 处不用再安装额外的继电保护装置,节约了成本,提高了经济性。

[0043] 本发明的通讯装置采用载波机节约了通讯电缆成本,通信效果不易受地形、环境限制。

[0044] 本发明在分布式发电并网系统与公共电网各关键结点处安装嵌入式孤岛检测装置,以实现分布式发电并网系统防孤岛保护的需求。该防孤岛保护系统通过载波机接收系

统侧信息,判断公共电网侧是否失电。若判为公共电网侧失电,则判定分布式发电系统进入孤岛运行状态,该防孤岛保护系统通过载波装置发送控制命令,对分布式电源并网点开关进行控制,切除分布式电源。该防孤岛保护系统对孤岛检测快速、可靠,没有检测盲区,可靠消除分布式电源孤岛运行对配电网带来的危害。同时,该防孤岛保护系统还可测量 PCC 处三相电压、三相电流以及频率,实现过电流保护、过/欠压保护、过/欠频保护等继电保护应用,提高分布式发电并网系统的可靠性和安全性。

[0045] 因此本发明是非常可靠的孤岛检测方式。特别是随着智能电网的发展,此方式会有很大的发展潜力。

## 附图说明

[0046] 图 1 是本发明提供的分布式发电并网系统防孤岛保护系统原理图;

[0047] 图 2 是本发明提供具体实施例的分布式发电并网系统防孤岛保护系统结构图;

[0048] 图 3 是本发明提供的分散检测装置孤岛判别逻辑示意图。

## 具体实施方式

[0049] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。

[0050] 本发明提供一种分布式发电并网系统防孤岛保护系统,该系统是基于嵌入式系统的集保护、测量、控制为一体的综合性系统。它总结并吸收电力系统自动化的应用原理,融合微机保护思想和分布式发电并网系统成果,采用载波通信技术,专门针对各种分布式发电并网系统的一套具备电气量测量、孤岛检测、开关控制的一体化测控保护系统。该系统具备完善的应用功能,可靠的系统结构,适用于各种分布式发电并网系统的远程孤岛检测,还可以实现 PCC 处各种保护功能。

[0051] 孤岛检测技术主要分为本地检测和远程检测两种方式。本发明属于远程孤岛检测方式,本发明提供的分布式发电并网系统防孤岛保护系统原理图如图 1 所示,由分散检测装置 1、中央检测装置 2、通讯装置 3 组成,中央检测装置能够接收来自分散检测装置的信息进行逻辑判断,能够实现 PCC 处保护功能,能够向分布式电源并网点开关下达控制指令;分散检测装置能够测量系统侧电气量,判断公共电网是否失电,为孤岛检测提供判据;通讯装置用于将分散检测装置信息传送给中央检测装置,以及将中央检测装置控制命令传送给分布式电源并网点开关,通讯装置 3 采用上位载波机 4 和下位载波机 5;分散检测装置 1、上位载波机 4、中央检测装置 2 和下位载波机 5 依次连接。每组载波机均由信号发生器和信号接收器组成。采用载波机节约了通讯电缆成本,通信效果不易受地形、环境限制。

[0052] 实施例

[0053] 本发明提供具体实施例的分布式发电并网系统防孤岛保护系统结构如图 2 所示,具体描述如下:

[0054] 一、分散检测装置 1

[0055] 分散检测装置 1 是一台微机测控保护装置,安装于系统侧变电站 10kV 馈线出口处,该馈线与分布式光伏电源相连。分散检测装置 1 能够采集变电站 10kV 母线三相电压和频率等模拟量信号以及本馈线开关、变电站主变高、低压侧开关和分段开关的位置等开关信号,并进行数据处理和逻辑判断:

[0056] A、若检测到母线线电压或频率低于整定值(该值根据现场情况整定),则判为变电站上级电网失电,经延时后向上位载波机 4 发送闭锁信号,该延时需躲过相邻线路故障切除时间,可取为 0.6s;

[0057] B、对于单台主变的变电站,若检测到本馈线、主变高、低压侧任意一个开关位置为分位,则判为该变电站失电,无延时向上位载波机 4 发送闭锁信号;

[0058] C、对于 2 台主变的变电站,做如下设定:与光伏电源连在同一段母线上的主变为 1# 主变,另一台为 2# 主变。若检测到本馈线开关位置为分位或者 1# 主变高、低压侧任意一侧开关位置为分位,同时 2# 主变高、低压侧以及分段开关这 3 个开关任意一个开关位置为分位,则判为该变电站失电,无延时向上位载波机 4 发送闭锁信号;

[0059] 分散检测装置 1 孤岛判别逻辑如图 3 所示。

[0060] 二、中央检测装置 2

[0061] 中央检测装置 2 是一台微机测控保护装置,安装于 PCC 处,能够采集 PCC 处 3 相电压、3 相电流、频率、以及 PCC 处开关位置信号,能够接收来至上位载波机的信息并通过下位载波机发送控制命令。其孤岛检测逻辑判断过程如下:

[0062] ①若检测到 PCC 处开关位置为分位,则判为分布式发电系统与电网断开,防孤岛保护动作,无延时通过下位载波机发送控制命令,跳开分布式电源并网点开关;

[0063] ②若收到载波机发送的断线信号,则判为电网侧失电,防孤岛保护动作,无延时通过下位载波机发送控制命令,跳开分布式电源并网点开关。

[0064] ③若收到上位载波机 4 的故障信号,则闭锁防孤岛保护。

[0065] 中央检测装置 2 的 PCC 处保护功能应用如下:

[0066] 过电流保护动作通过硬接线直接跳开 PCC 处开关;

[0067] 过/欠压、过/欠频保护动作,经延时,通过硬接线直接跳开 PCC 处开关,该延时需躲过上级馈线重合闸时间,可取为 1.5s。

[0068] 三、通讯装置 3

[0069] 通讯装置 3 采用 2 组载波机-上位载波机 4 和下位载波机 5。上位载波机 4 负责分散检测装置 1 和中央检测装置 2 通信,其信号发生器 I 安装于分散检测装置 1 处,信号接收器 I 安装于中央检测装置 2 处;下位载波机 5 用于中央检测装置 2 和分布式电源并网点开关通信,其信号发生器 II 安装于中央检测装置 2 处,信号接收器 II 安装于分布式电源并网点开关处。

[0070] (1)上位载波机 4 采用如下的信息传输方式:

[0071] 正常运行时,信号发生器 I 不停的发送脉冲信号,信号接收器 I 正常接收脉冲信号。

[0072] 若信号发生器 I 收到分散检测装置 1 发出的闭锁信号,则停止发送脉冲信号,信号接收器 I 在 5 个周波(100ms)内没有接收到脉冲信号,则向中央检测装置 2 发送断线信号。

[0073] 若载波线路故障(短路或断线),信号接收器 I 在 5 个周波(100ms)内没有接收到脉冲信号,则向中央检测装置 2 发送断线信号。

[0074] 上位载波机 4 具备自检功能,若检测到自身故障,信号接收器 I 向中央检测装置 2 发送故障信号。

[0075] (2)下位载波机 5 直接将中央检测装置 2 发出的开关跳闸命令报文传送给分布式



电源并网点开关控制器(开关自带),分布式电源并网点开关控制器收到跳闸命令后跳开分布式电源并网点开关。

[0076] 本发明提供了一种基于载波通信与分散检测的分布式发电并网系统防孤岛保护系统及其保护方法,通过上位载波机获取电网侧的信息进行孤岛判别,当判断电网失电以后,通过下位载波机对用户侧分布式电源的并网点开关进行控制,切除分布式电源,防止孤岛效应的发生。该防孤岛保护系统还可测量 PCC 处三相电压、三相电流以及频率,实现电流保护、过 / 欠压保护、过 / 欠频保护等继电保护应用,提高分布式发电并网系统的可靠性和安全性。

[0077] 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。

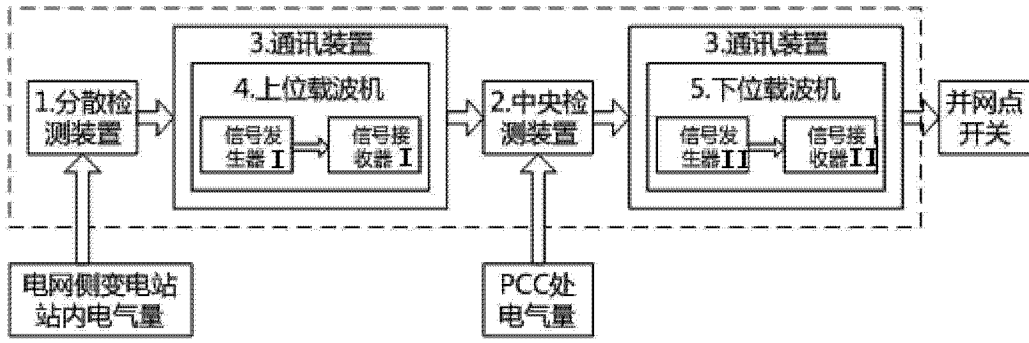


图 1

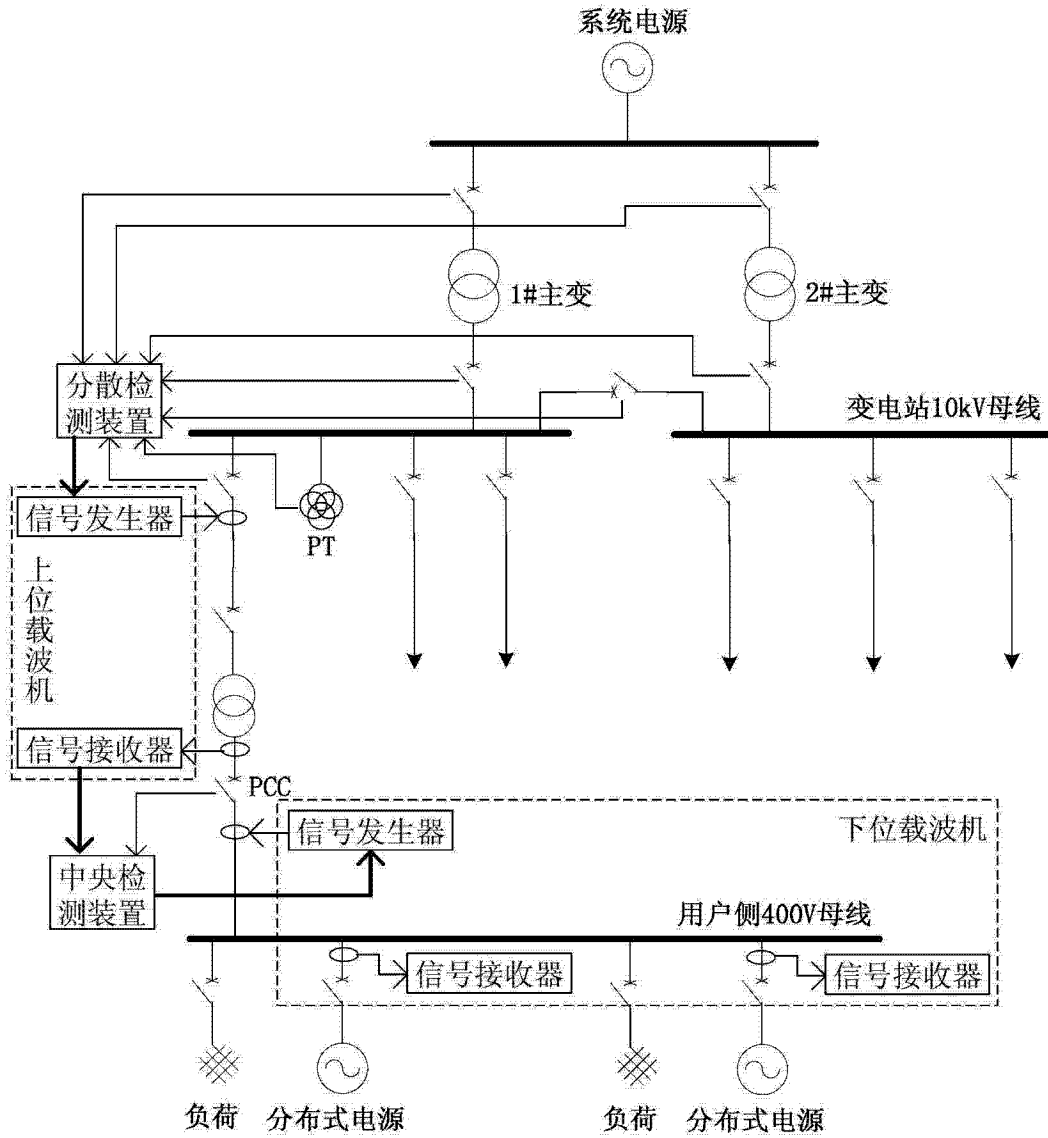


图 2

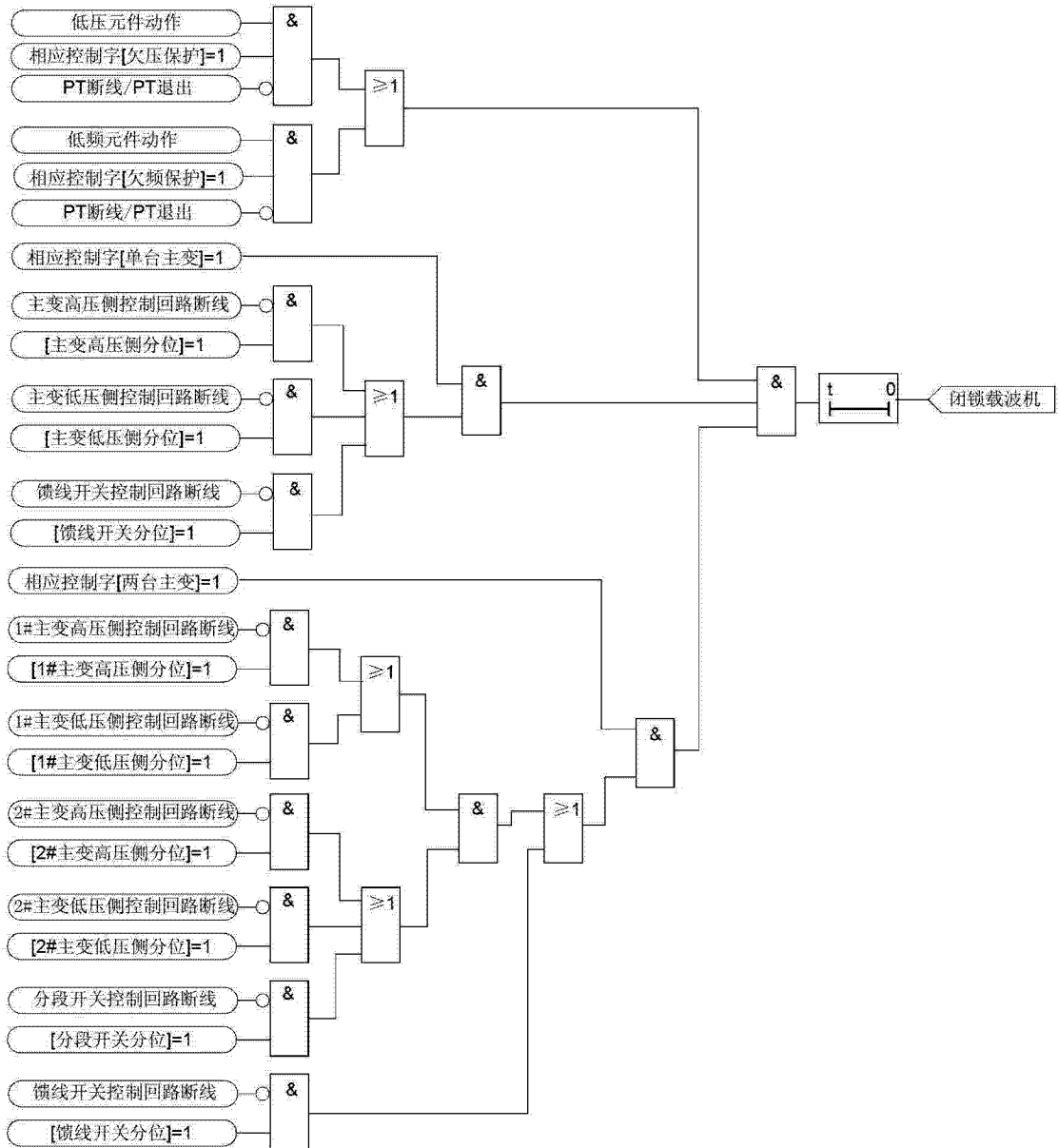


图 3