

(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
2018 年 8 月 2 日 (02.08.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/137404 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02J 3/38 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/113889
- (22) 国际申请日: 2017 年 11 月 30 日 (30.11.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710059425.3 2017 年 1 月 24 日 (24.01.2017) CN
- (71) 申请人: 华南理工大学 (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。
- (72) 发明人: 李向阳(LI, Xiangyang); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。
吴安涛(WU, Antao); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。
- (74) 代理人: 广州市华学知识产权代理有限公司 (GUANGZHOU HUAXUE INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号物资大楼首层, Guangdong 510640 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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。
- (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 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,

(54) Title: CONTROL METHOD SUITABLE FOR AUTONOMOUS GRID CONNECTION COORDINATION OF DIESEL GENERATOR GROUP

(54) 发明名称: 一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法

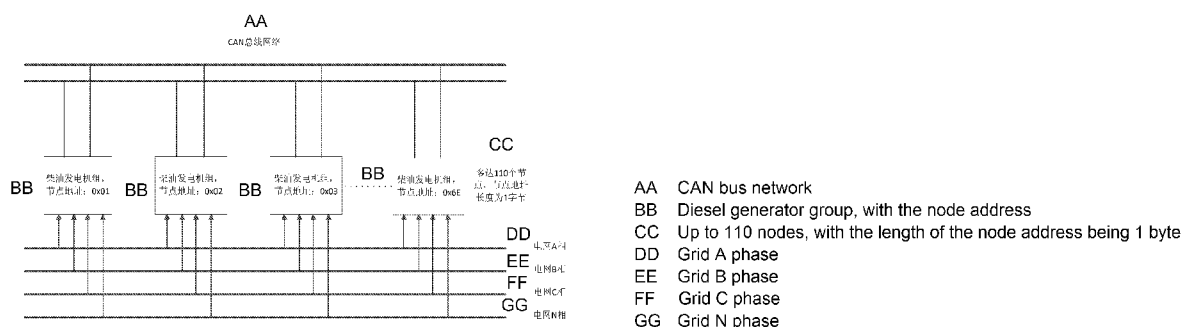


图 1

(57) Abstract: A control method suitable for the autonomous grid connection coordination of a diesel generator group. The method comprises: using a CAN bus to connect all diesel generator groups requiring grid connection inside a region so as to form a CAN network; completing the priority configuration of network nodes by means of the uniqueness of the CAN node addresses of diesel generators; the network nodes competing for a grid connection license according to the grid connection working states thereof and the grid connection working states of the other diesel generators and in accordance with a pre-set priority, wherein a network node with a lower priority exits automatically, and a network node with the highest priority obtains a grid connection right; and after a diesel generator which obtains the grid connection right completes grid connection, diesel generators not subjected to grid connection reapplying for and competing for the grid connection license until the grid connection of all the network nodes is successful. By means of the method, no special main grid connection controller is required in practical applications to coordinate various diesel generator nodes, and the nodes can be coordinated autonomously, such that the cost is reduced, and the grid connection speed is increased.



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)。

根据细则4.17的声明：

- 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布：

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法，所述方法利用CAN总线将区域内所有需要并网的柴油发电机组连接，组成CAN网络，通过柴油发电机CAN节点地址的唯一性完成网络节点的优先级配置，各个网络节点根据自己的并网工作状态和其它柴油发电机的并网工作状态，按照预设的优先级竞争并网许可，优先级低的网络节点自动退出，最高优先级的网络节点获得并网权，当获得并网权的柴油发电机完成并网后，还未并网的柴油发电机重新申请和竞争并网许可，直到所有网络节点并网成功。该方法在实际应用中不需要专门的主并网控制器来协调各个柴油发电机节点，各个节点能够自主协调，减少了成本，提高了并网速度。

一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法

技术领域

本发明涉及发电机并网控制领域，具体涉及一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法。

背景技术

在医院、通信、消防等重要领域，经常需要采用柴油发电机组作为后备应急电源。在柴油发电机组的实际应用中，随着负载的变化，供电情况也要与负载相匹配，于是供电系统投入运行的柴油发电机输出功率和台数也会发生变化，同时，柴油发电机可能发生故障，此时需要启动备用的柴油发电机，并将其并入电网。因此，由于柴油发电机组扩容或者备用的需求，柴油发电机组在实际应用中需要进行并网控制。当一片区域需要多台柴油发电机并网时，为了减小对电网的冲击和保证电力系统的稳定性，需要一台一台地把柴油发电机依次并入电网，多台柴油发电机不可同时并网。于是，需要一种并网协调方法，协调各台柴油发电机依次并网。目前，当柴油发电机数量较少，较多采用手动控制柴油机并网的方法，人工将一台一台柴油发电机并网，这种方式明显不适用于大范围分布的大数量柴油发电机组群。

因此，需要一种控制协调策略，使得区域内的所有柴油机节点可以自主协调并网，一台接着一台并入电网，以自动组成大容量电网。

发明内容

本发明的目的是针对上述现有技术的不足，提供了一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法，该方法在实际应用中不需要专门的主并网控制器来协调各个柴油发电机节点，各个节点能够自主协调，减少了成本，提高了并网速度。

本发明的目的可以通过如下技术方案实现：

一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法，所述方法具体如下：

1) 利用 CAN 总线将区域内所有需要并网的柴油发电机组连接，组成 CAN 网络，每个柴油发电机组构成一个网络节点，并设置一个能够容纳所有网络节点的并网状态表，所述并网状态表包括每个网络节点的并网状态，具有两列数据，第一列数据为“通信看门狗计时器”，第二列数据为状态数据，状态数据为“未连接”、“未并网”、“申请并网”、“申请成功”、“并网中”、“并网成功”或“并网失败”其中之一，表中的偏移地址即为 CAN 网络中的节点地址；

2) 步骤 1) 中 CAN 网络的数据通信格式采用 SAE J1939 协议, 并在该协议标准基础上增加参数组编号 PGN, 所有与并网相关的 CAN 帧只使用一个 PGN, 使 CAN 帧的优先级只与节点地址有关, 通过柴油发电机 CAN 节点地址的唯一性完成网络节点的优先级配置, CAN 帧的数据域采用一个字节, 直接使用并网状态表中的状态字节数据;

3) 每个柴油发电机网络节点通过 CAN 网络交换各自的并网状态信息, 各个网络节点根据自己的并网工作状态和其它柴油发电机的并网工作状态, 按照预设的优先级竞争并网许可, 优先级低的网络节点自动退出, 最高优先级的网络节点获得并网权, 当获得并网权的柴油发电机完成并网后, 还未并网的柴油发电机重新申请和竞争并网许可, 直到所有网络节点并网成功。

优选的, 所述步骤 3) 的柴油发电机网络节点并网协调控制算法具体如下:

Step1, 柴油发电机上电初始化, 将“并网状态表”中所有网络节点的状态修改为“未连接”, “通信看门狗计时器”初始化为 10, 单位为 100 毫秒, 数值 10 相当于 1 秒;

Step2, 新接入 CAN 网络的节点不断接收 CAN 帧来更新“并网状态表”, 并向 CAN 网络每 100 毫秒发送一个本节点状态数据帧, 等待 1 秒后再根据各节点的并网状态来申请并网, 当其它节点都没有处于“申请成功”或者“并网中”的工作状态, 并且“并网状态表”中没有更高优先级节点处于“申请并网”时, 即向网络中发布“申请并网”, 当本节点检查“并网状态表”中有比本节点优先级低的节点“申请并网”时, 同时启动并网计时器, 启动并网计时器作为整个申请并网周期的开始;

Step3, 当节点并网计时器到 200 毫秒时, 首先禁止本节点申请并网, 然后若有更高优先级的节点申请并网, 则自动退出申请, 回到“未并网”, 并网计时器清零, 并停止计时, 若没有更高优先级的节点申请并网, 则等待计时器到 400 毫秒, 再次检测有无更高优先级的节点申请并网, 若有, 则回到“未并网”状态, 清空并停止计时器, 若无, 则修改本节点状态为“申请成功”, 继续等待计时器到 500 毫秒, 更新本节点状态为“并网中”, 最后清空并关闭并网计时器;

Step4, 处于“并网中”的节点开始并网, 若并网成功, 则向 CAN 网络发布“并网成功”状态, 若没有成功, 则发送“并网失败”, 状态, 并报警进行人工维修, 等修好之后, 再次进入开始状态, 上电后 1 秒进入“未并网”状态继续申请并网。

优选的, 步骤 1) 中, 所述 CAN 网络的节点地址为 8 位, “并网状态表”中的节点数据和状态按照节点地址大小顺序排列。

优选的, 步骤 3) 中的 CAN 网络节点采用中断处理来更新“并网状态表”, CAN 网络节点每 100 毫秒, 发送一个本地状态数据帧, 当本地节点接收某节点 CAN 帧时, “通信看门狗计时器”重新设为 10, 本地节点每 100 毫秒把“通信看门狗计时器”减

1, 当“通信看门狗计时器”为零后, 把相应的节点状态改为“未连接”, 以此判断长期未发送数据帧节点处于“未连接”状态。

优选的, 所述柴油发电机网络节点包括并网控制模块、电网信息采集模块、并网执行模块以及 CAN 总线收发模块, 所述并网控制模块采用 STM32F407VET6 单片机, 对整个柴油发电机组群的自主协调并网流程进行控制, 所述电网信息采集模块用来采集电网以及柴油发电机交流电的电压、相位差、频率和柴油发电机交流电的电流信息, 所述并网执行模块用于执行并网操作, 通过两个继电器控制交流接触器, 两个继电器的开关由并网控制模块进行控制, 当并网继电器动作后, 交流接触器控制端接通, 交流接触器闭合, 进行并网, 当解列继电器动作后, 交流接触器控制端断开, 交流接触器断开, 进行解列操作, 所述 CAN 总线收发模块用于接收和发送各网络节点“并网状态表”中的状态信息。

优选的, 所述电网信息采集模块包括交流电压比例缩小模块、两个比较器模块、MCU 定时器模块、MCU ADC 模块和霍尔传感器模块。

优选的, 所述 MCU 定时器模块主要由三个定时器组成: 定时器 1 的输入信号为变换后的电网电压方波信号, 以此计算电网交流电压的频率; 定时器 2 的输入信号为变换后的发电机电压方波信号, 以此计算发电机交流电压的频率; 定时器 3 使用两个通道, 输入信号为上述两路方波信号, MCU 通过定时器得到这两路信号的过零时间之差计算电网和发电机交流电电压相位差。

优选的, 所述 CAN 总线收发模块由 MCU 中片上 CAN 控制器和外接 CAN 总线收发器组成, 外接 CAN 总线收发器主要采用 TJA1040。

本发明与现有技术相比, 具有如下优点和有益效果:

1、本发明的柴油发电机组群通过自主协调来确定并网时刻, 不需要专门的主并网控制器来协调, 减少了人工干预和并网时间, 提高了并网速度。

2、本发明的方法使柴油发电机一个接着一个地并网, 同一时刻只有一台柴油发电机处于并网过程中, 减小了对电网的冲击, 提高了电网的可靠性和电力系统的稳定性。

3、采用本发明的并网算法, 可以随时添加、减少柴油发电机节点, 不需要进行软件和硬件的修改, 而且每个节点都具有其他节点是否连接 CAN 网络的信息以及并网状态, 有利于故障隔离和诊断, 有利于柴油发电机组的维修和后续的其他功能的扩展。

附图说明

图 1 为本发明实施例多个柴油发电机组成的 CAN 网络结构图。

图 2 为本发明实施例柴油发电机网络节点的结构框图。

图 3 (a) 为本发明实施例并网执行模块的结构图，图 3 (b) 为本发明实施例电网信息采集模块的结构图。

图 4 为本发明实施例多个柴油发电机组组成的 CAN 网络并网过程数据流程图。

图 5 为本发明实施例柴油发电机网络节点并网协调控制算法流程图。

具体实施方式

下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述，但本发明的实施方式不限于此。

实施例：

本实施例提供了一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法，所述方法具体如下：

1) 利用 CAN 总线将区域内所有需要并网的柴油发电机组连接，组成 CAN 网络，如图 1 所示，每个柴油发电机组构成一个网络节点，并设置一个能够容纳所有网络节点的并网状态表，所述并网状态表包括每个网络节点的并网状态，具有两列数据，第一列数据为“通信看门狗计时器”，“通信看门狗计时器”记录其它节点通信时间间隔状态，初始值为 10，每隔 100 毫秒，“通信看门狗计时器”减 1，每接收到一个节点发送来的通信数据帧，“通信看门狗计时器”重新配置为 10，当 1 秒内都没有收到某节点通信数据时，“通信看门狗计时器”将变为 0，则该节点标记为“未连接”状态，表示其因发生故障或者人工操作等原因已从 CAN 总线断开，CAN 总线节点每 100 毫秒周期地发送数据，本实施例中 CAN 总线的 110 个节点地址设计为 0x01~0x6E，7 个状态数据表示如表 1 所示，第二列数据为状态数据，状态数据为“未连接”、“未并网”、“申请并网”、“申请成功”、“并网中”、“并网成功”或“并网失败”其中之一，表中的偏移地址即为 CAN 网络中的节点地址；

字节数据	并网状态	字节数据	并网状态
0x00	未连接	0x11	并网中
0x01	未并网	0x0F	并网成功
0x02	申请并网	0xF0	并网失败
0x10	申请成功		

表 1

2) 步骤 1) 中 CAN 网络的数据通信格式参照 SAE J1939 协议，采用 29 位标识符

的扩展帧，标识符具体分配如表 2 所示，其中，P 为优先级位，仅用于在总线中优化消息延迟，接收机的验收滤波器必须对其屏蔽，在此使用 111，在本实施例的并网通信中，所有与并网相关的 CAN 帧使用同一个 PGN，使 CAN 帧的优先级只与节点地址有关，在本实施例中，设计并网 PGN 为 62013 (0xF23D)，通过柴油发电机 CAN 节点地址的唯一性完成网络节点的优先级配置，CAN 帧的数据域采用一个字节，直接使用并网状态表中的状态字节数据；

P (优先级)	R (保留)	DP (数据页)	PF (PDU 格式)	PS (特定 PDU)	SA (源地址)
ID28~ID26	ID25	ID24	ID23~ID16	ID15~ID8	ID7~ID0
111b	0b	0b	0xF2	0x3D	0x01~0x6E

表 2

3) 每个柴油发电机网络节点通过 CAN 网络交换各自的并网状态信息，各个网络节点根据自己的并网工作状态和其它柴油发电机的并网工作状态，按照预设的优先级竞争并网许可，优先级低的网络节点自动退出，最高优先级的网络节点获得并网权，当获得并网权的柴油发电机完成并网后，还未并网的柴油发电机重新申请和竞争并网许可，直到所有网络节点并网成功。

其中，所述步骤 3) 的柴油发电机网络节点并网协调控制算法具体如下：

Step1, 柴油发电机上电初始化，将“并网状态表”中所有网络节点的状态修改为“未连接”，“通信看门狗计时器”初始化为 10，单位为 100 毫秒，数值 10 相当于 1 秒；

Step2, 新接入 CAN 网络的节点不断接收 CAN 帧来更新“并网状态表”，并向 CAN 网络每 100 毫秒发送一个本节点状态数据帧，等待 1 秒后再根据各节点的并网状态来申请并网，当其它节点都没有处于“申请成功”或者“并网中”的工作状态，并且“并网状态表”中没有更高优先级节点处于“申请并网”时，即向网络中发布“申请并网”，当本节点检查“并网状态表”中有比本节点优先级低的节点“申请并网”时，同时启动并网计时器，启动并网计时器作为整个申请并网周期的开始；

Step3, 当节点并网计时器到 200 毫秒时，首先禁止本节点申请并网，然后若有更高优先级的节点申请并网，则自动退出申请，回到“未并网”，并网计时器清零，并停止计时，若没有更高优先级的节点申请并网，则等待计时器到 400 毫秒，再次检测有无更高优先级的节点申请并网，若有，则回到“未并网”状态，清空并停止计时器，若无，则修改本节点状态为“申请成功”，继续等待计时器到 500 毫秒，更新本节点状态为“并网中”，最后清空并关闭并网计时器；

Step4, 处于“并网中”的节点开始并网，若并网成功，则向 CAN 网络发布“并

网成功”状态，若没有成功，则发送“并网失败”，状态，并报警进行人工维修，等修好之后，再次进入开始状态，上电后 1 秒进入“未并网”状态继续申请并网。

其中，步骤 1) 中，所述 CAN 网络的节点地址为 8 位，“并网状态表”中的节点数据和状态按照节点地址大小顺序排列；

其中，步骤 3) 中的 CAN 网络节点采用中断处理来更新“并网状态表”，CAN 网络节点每 100 毫秒，发送一个本地状态数据帧，当本地节点接收某节点 CAN 帧时，“通信看门狗计时器”重新设为 10，本地节点每 100 毫秒把“通信看门狗计时器”减 1，当“通信看门狗计时器”为零后，把相应的节点状态改为“未连接”，以此判断长期未发送数据帧节点处于“未连接”状态。

其中，所述柴油发电机网络节点包括并网控制模块 M201、电网信息采集模块 M203、并网执行模块 M202 以及 CAN 总线收发模块 M204，如图 2 所示，所述并网控制模块 M201 采用 ST 公司的 STM32F407VET6 单片机 (MCU)，其内核为 ARM Cortex-M4，内置单精度 FPU (浮点运算单元) 和精度较高的模拟外设，具有高效的信号处理能力以及 Cortex-M 处理器系列的低功耗和低成本，对整个柴油发电机组群的自主协调并网流程进行控制，所述电网信息采集模块 M203 用来采集电网以及柴油发电机交流电的电压、相位差、频率和柴油发电机交流电的电流信息，用于并网过程控制，其原理如图 3 (b) 所示，主要模块有交流电压比例缩小模块 M304、两个比较器模块 M305 和 M307、MCU 定时器模块 M306、MCU ADC 模块 M308、霍尔传感器模块 M309，交流电压比例缩小模块 M304 利用一致性较好的精密电阻以及精密运算放大器将交流电的相电压信号按照 1/408 的比例缩小，得到交流 380V 变为最大值小于 3V 的适合连接 MCU 内部集成 ADC 的电压信号；放大器输入电阻采用 6 个 680k Ω 的电阻串联以提高耐压和满足国家标准的安全规定。运算放大器可以选择 TI 公司的 OPA4188，其具有低噪声、轨至轨、零漂移等优点。同时，比例缩小的电网和发电机交流电压信号分别经过两个比较器模块 M305 及 M307 模块得到电压方波信号，输入至 MCU 定时器模块 M306 中。MCU 定时器模块 M306 主要由三个定时器组成：定时器 1 的输入信号为变换后的电网电压方波信号，以此计算电网交流电压的频率；定时器 2 的输入信号为变换后的发电机电压方波信号，以此计算发电机交流电压的频率；定时器 3 使用两个通道，输入信号为上述两路方波信号，MCU 通过定时器得到这两路信号的过零时间之差从而计算电网和发电机交流电电压相位差。发电机的三相交流电电流测量采用霍尔传感器模块 M309，得到可供 MCU ADC 模块 M308 进行转换的交流电压信号，从而得到电流实时测量值。所述并网执行模块 M202 主要是用于控制并网开关，其一个设计实例结构如图 3 (a) 所示，主要模块有：交流接触器 M301、并网继电器 M302、解列继电器 M303，MCU 通过两个普通 IO 口经过三极管放大电路分别控制并网继电器 M303 和解列继电器 M302，其中，并网继电器 M303 使用其常开触点，解列继电器 M302 使用常闭触点，并网控制模块 M201 根据电网信息采集模块 M203 得到的电网和柴油机的

电压和频率以及相位，若是第一个柴油发电机并网，则电网电压为零，此时只要把柴油机电压和频率调节到国家标准定为的范围（如 380V 和 50Hz）即可，及时实现并网；若不是第一个并网的柴油机，则通过调节柴油机励磁把输出电压调节到电网电压，然后通过调节柴油机转速调节柴油机输出电压频率，并保持电网电压和柴油机输出电压的相位在国家标准规定的范围内，即可实现并网。为了缩短并网时间，可以先把调节柴油机频率使其低于电网频率，然后使柴油机频率追刚电压频率，此时若频率和相位都在国家规定范围内，则马上并网。当 MCU 的 IO 口输出并网控制命令时，并网继电器 M303 动作，此时交流接触器 M301 控制端接通，交流接触器 M301 动作，开关闭合，实现并网。当需要将发电机从电网解列时，IO 口输出解列命令，解列继电器 M302 动作，常闭开关断开，交流接触器 M301 控制端断开，开关断开，实现解列。所述 CAN 总线收发模块用于接收和发送各网络节点“并网状态表”中的状态信息，由 MCU 中片上 CAN 控制器和外接 CAN 总线收发器组成，外接 CAN 总线收发器主要采用 TJA1040。

图 4 为本实施例的 CAN 网络并网过程数据流图，主要组成模块有：CAN 接收处理模块 M401、CAN 发送处理模块 M402、并网状态表 M403、并网控制协调模块 M404、并网过程控制模块 M405。CAN 总线接收处理模块 M401 主要是接收其他节点周期性发送的并网状态，从而更新本地节点的“并网状态表”M403，同时，当接收到优先级低于本节点的“申请并网”状态时，若并网计时器没有启动，则启动并网计时器。CAN 发送处理模块 M402 每隔 100 毫秒将本地节点并网状态发送到网络中，当发送的是本地节点“申请并网”状态时，若并网计时器没有启动，则启动并网计时器。“并网状态表”M403 由两列数据组成，第 1 列数据为“通信看门狗计时器”，第 2 列数据为状态数据，状态数据为“未连接”、“未并网”、“申请并网”、“申请成功”、“并网中”、“并网成功”、“并网失败”之一，表中各个元素表示 CAN 网络中的节点状态，偏移地址即为 CAN 网络中的节点地址。“通信看门狗计时器”主要是记录其他节点的通信状态，初始值为 10，每隔 100 毫秒，表中其他节点的“通信看门狗计时器”减 1，每接收一个节点的通信数据帧，则该节点的“通信看门狗计时器”复位为 10，于是当 1 秒内都没有接收到某个节点的通信数据时，则该节点的“通信看门狗计时器”将变为 0，此时标记该节点的状态为“未连接”，表示其已经因为故障或者人工操作而从 CAN 总线断开。并网状态数据中，其他节点的并网状态数据利用 CAN 接收处理模块 M401 接收的状态数据进行更新，而本地节点并网状态数据则利用并网协调模块 M404 判断本节点处于哪种状态从而进行更新。并网协调模块 M404 根据“并网状态表”得到本节点以及其他节点的并网状态，判断本地节点是否取得了并网的优先权，是否进行并网操作，并且更新本地节点“并网状态表”中本节点的并网状态。当本节点取得了并网权时，并网协调模块 M404 将本节点的状态修改为“并网中”，并向并网过程控制模块 M405 发送并网命令。并网过程控制模块 M405 接收到并网命令后，开始并网，利用电网信息采集数据通过相关的并网算法执行并网过程控制操作。

本实施例柴油发电机网络节点并网协调控制算法流程图如图 5 所示：系统进行上电初始化并进入“未连接”S501 状态，初始化内容包括：（1）将“并网状态表”中所有节点的状态修改为“未连接”，“通信看门狗计时器”初始化为 10；（2）CAN 控制器的初始化；（3）100 毫秒、1 秒系统节拍计时器、并网计时器以及其他计时器的初始化。

“未连接”状态中，等待 1 秒后进入“未并网”S502 状态，本节点根据“并网状态表”得知其他节点最新的并网状态以及是否连接 CAN 总线的状态，然后将本节点状态修改为“未并网”。处于“未并网”状态的节点只有在节点允许申请并网且节点需要并网以及“并网状态表”中不存在“申请成功”、“并网中”以及优先级高于本节点的“申请并网”等并网状态时，才能进入 S503 “申请并网”状态，其他情况节点均处于 S502 “未连接”状态。每个节点允许申请并网的时刻为：从“并网状态表”中不存在“申请并网”、“申请成功”、“并网中”状态开始到“并网计时器”禁止申请并网为止，“并网计时器”的启动作为一个并网周期的开始，所有节点的“并网计时器”几乎同时启动，当计时到 200 毫秒时，禁止申请并网，此时未申请并网的节点需要等待下一个并网周期，已申请并网的节点中最高优先级最终得到并网许可。并网计时器在两种情况下启动：（1）并网计时器还未启动时本节点发送了“申请并网”状态；（2）并网计时器还未启动但是接收到其他优先级低于本地节点发送的“申请并网”状态，并网计时器启动时作为一个并网周期的开始。S503 状态时，等待“并网计时器”计时到 200 毫秒，所有节点禁止申请并网，查询“并网状态表”中是否存在“申请成功”、“并网中”以及优先级高于本节点的“申请并网”等并网状态，若存在，本节点退出申请并网，回到状态 S502；若不存在，此刻本节点暂时处于“申请并网”的最高优先级，由于定时器启动有时间误差，总线上可能还有更高优先级的“申请并网”还未传送，因此需要等待“并网计时器”到 400 毫秒，再次查询“并网状态表”中是否存在“申请成功”、“并网中”以及优先级高于本节点的“申请并网”等并网状态，此刻，若存在，则本节点退出申请并网，回到状态 S502，若不存在，则本节点获得本次并网周期的并网优先权，申请并网成功，进入 S504 “申请成功”状态。当进入 S504 “申请成功”状态后，等待计时器到 500 毫秒，直接进入 S505 “并网中”状态。S505 状态中，进入“并网中”状态的节点开始并网操作，若并网成功，则进入 S507 “并网成功”状态，若并网失败，则进入 S506 “并网失败”状态。处于 S506 “并网失败”状态的节点通过报警并人工维修后进入开始状态，然后上电初始化。处于 S507 “并网成功”的节点若发电机解列离网，则回到 S502 “未并网”状态，若发电机故障离网，则报警并人工维修后进入开始状态，然后上电初始化。

以上所述，仅为本发明专利较佳的实施例，但本发明专利的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的人员在本发明专利所公开的范围内，根据本发明专利的技术方案及其发明专利构思加以等同替换或改变，都属于本发明专利的保护范围。

权 利 要 求 书

1、一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法，其特征在于，所述方法具体如下：

1) 利用 CAN 总线将区域内所有需要并网的柴油发电机组连接，组成 CAN 网络，每个柴油发电机组构成一个网络节点，并设置一个能够容纳所有网络节点的并网状态表，所述并网状态表包括每个网络节点的并网状态，具有两列数据，第一列数据为“通信看门狗计时器”，第二列数据为状态数据，状态数据为“未连接”、“未并网”、“申请并网”、“申请成功”、“并网中”、“并网成功”或“并网失败”其中之一，表中的偏移地址即为 CAN 网络中的节点地址；

2) 步骤 1) 中 CAN 网络的数据通信格式采用 SAE J1939 协议，并在该协议标准基础上增加参数组编号 PGN，所有与并网相关的 CAN 帧只使用一个 PGN，使 CAN 帧的优先级只与节点地址有关，通过柴油发电机 CAN 节点地址的唯一性完成网络节点的优先级配置，CAN 帧的数据域采用一个字节，直接使用并网状态表中的状态字节数据；

3) 每个柴油发电机网络节点通过 CAN 网络交换各自的并网状态信息，各个网络节点根据自己的并网工作状态和其它柴油发电机的并网工作状态，按照预设的优先级竞争并网许可，优先级低的网络节点自动退出，最高优先级的网络节点获得并网权，当获得并网权的柴油发电机完成并网后，还未并网的柴油发电机重新申请和竞争并网许可，直到所有网络节点并网成功。

2、根据权利要求 1 所述的一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法，其特征在于：所述步骤 3) 的柴油发电机网络节点并网协调控制算法具体如下：

Step1，柴油发电机上电初始化，将“并网状态表”中所有网络节点的状态修改为“未连接”，“通信看门狗计时器”初始化为 10，单位为 100 毫秒，数值 10 相当于 1 秒；

Step2，新接入 CAN 网络的节点不断接收 CAN 帧来更新“并网状态表”，并向 CAN 网络每 100 毫秒发送一个本节点状态数据帧，等待 1 秒后再根据各节点的并网状态来申请并网，当其它节点都没有处于“申请成功”或者“并网中”的工作状态，并且“并网状态表”中没有更高优先级节点处于“申请并网”时，即向网络中发布“申请并网”，当本节点检查“并网状态表”中有比本节点优先级低的节点“申请并网”时，同时启动并网计时器，启动并网计时器作为整个申请并网周期的开始；

Step3，当节点并网计时器到 200 毫秒时，首先禁止本节点申请并网，然后若有更

高优先级的节点申请并网，则自动退出申请，回到“未并网”，并网计时器清零，并停止计时，若没有更高优先级的节点申请并网，则等待计时器到 400 毫秒，再次检测有无更高优先级的节点申请并网，若有，则回到“未并网”状态，清空并停止计时器，若无，则修改本节点状态为“申请成功”，继续等待计时器到 500 毫秒，更新本节点状态为“并网中”，最后清空并关闭并网计时器；

Step4，处于“并网中”的节点开始并网，若并网成功，则向 CAN 网络发布“并网成功”状态，若没有成功，则发送“并网失败”，状态，并报警进行人工维修，等修好之后，再次进入开始状态，上电后 1 秒进入“未并网”状态继续申请并网。

3、根据权利要求 1 所述的一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法，其特征在于：步骤 1) 中，所述 CAN 网络的节点地址为 8 位，“并网状态表”中的节点数据和状态按照节点地址大小顺序排列。

4、根据权利要求 2 所述的一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法，其特征在于：步骤 3) 中的 CAN 网络节点采用中断处理来更新“并网状态表”，CAN 网络节点每 100 毫秒，发送一个本地状态数据帧，当本地节点接收某节点 CAN 帧时，“通信看门狗计时器”重新设为 10，本地节点每 100 毫秒把“通信看门狗计时器”减 1，当“通信看门狗计时器”为零后，把相应的节点状态改为“未连接”，以此判断长期未发送数据帧节点处于“未连接”状态。

5、根据权利要求 1 所述的一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法，其特征在于：所述柴油发电机网络节点包括并网控制模块、电网信息采集模块、并网执行模块以及 CAN 总线收发模块，所述并网控制模块采用 STM32F407VET6 单片机，对整个柴油发电机组群的自主协调并网流程进行控制，所述电网信息采集模块用来采集电网以及柴油发电机交流电的电压、相位差、频率和柴油发电机交流电的电流信息，所述并网执行模块用于执行并网操作，通过两个继电器控制交流接触器，两个继电器的开关由并网控制模块进行控制，当并网继电器动作后，交流接触器控制端接通，交流接触器闭合，进行并网，当解列继电器动作后，交流接触器控制端断开，交流接触器断开，进行解列操作，所述 CAN 总线收发模块用于接收和发送各网络节点“并网状态表”中的状态信息。

6、根据权利要求 5 所述的一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法，其特征在于：所述电网信息采集模块包括交流电压比例缩小模块、两个比较器模块、MCU 定时器模块、MCU ADC 模块和霍尔传感器模块。

7、根据权利要求 6 所述的一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法，其特征在于：所述 MCU 定时器模块由三个定时器组成：定时器 1 的输入信号为变换后的电网电压方波信号，以此计算电网交流电压的频率；定时器 2 的输入信号为变换后的

发电机电压方波信号，以此计算发电机交流电压的频率；定时器 3 使用两个通道，输入信号为上述两路方波信号，MCU 通过定时器得到这两路信号的过零时间之差计算电网和发电机交流电压相位差。

8、根据权利要求 5 所述的一种适合柴油发电机组群自主协调并网的控制方法，其特征在于：所述 CAN 总线收发模块由 MCU 中片上 CAN 控制器和外接 CAN 总线收发器组成，所述外接 CAN 总线收发器采用 TJA1040。

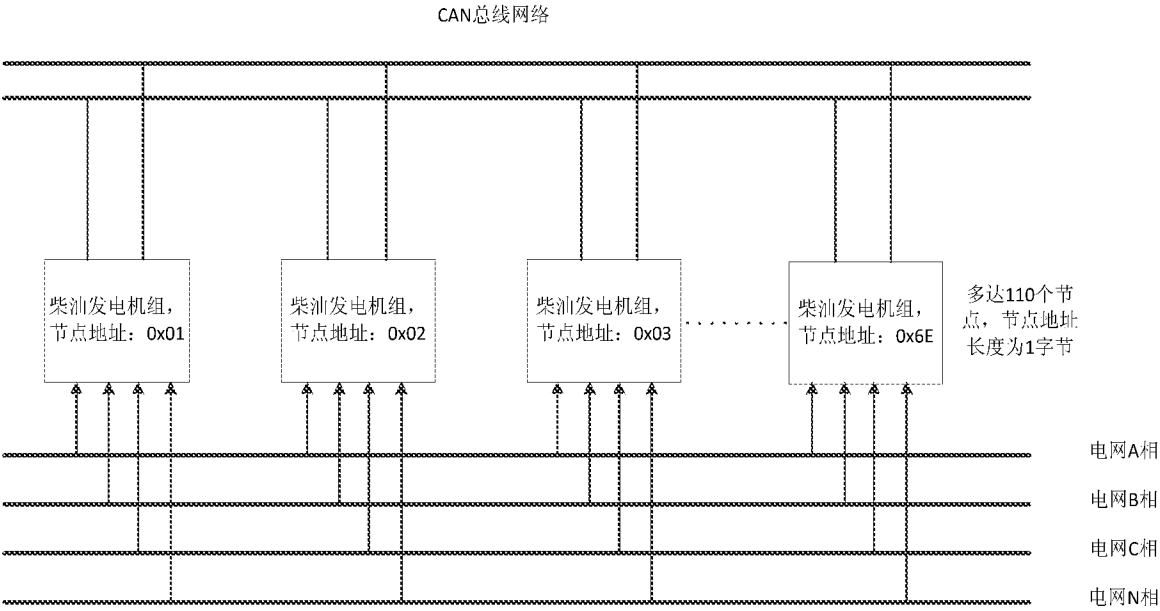


图 1

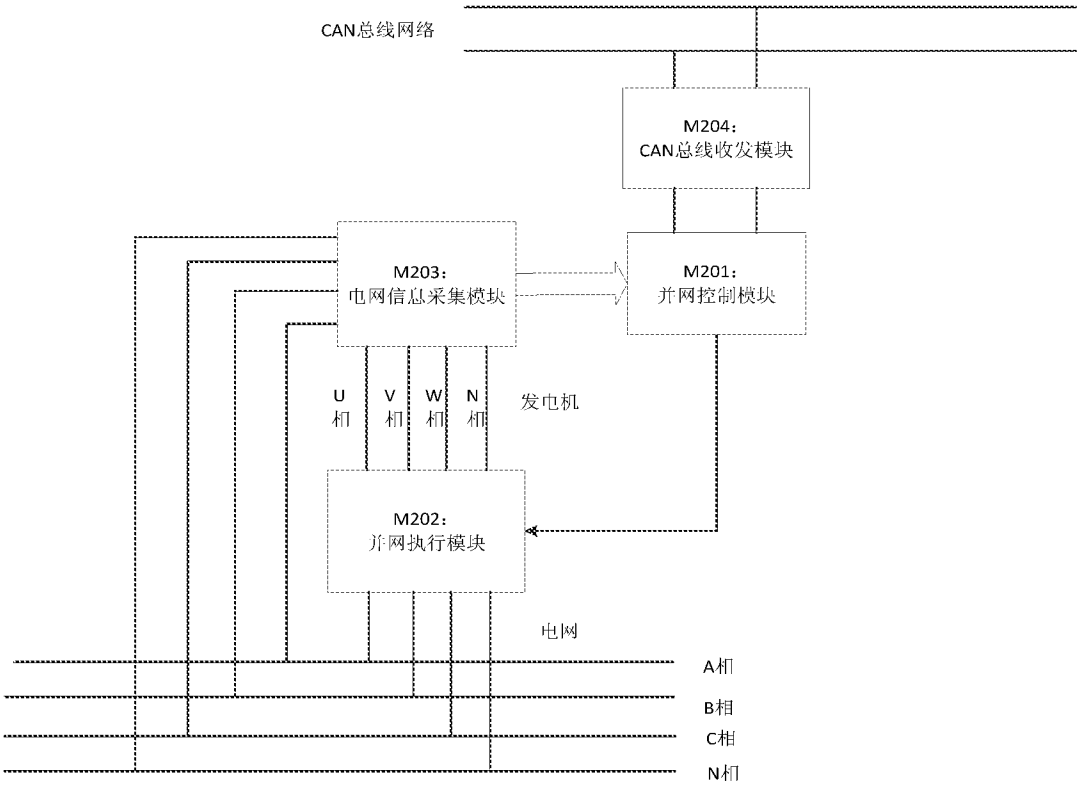


图 2

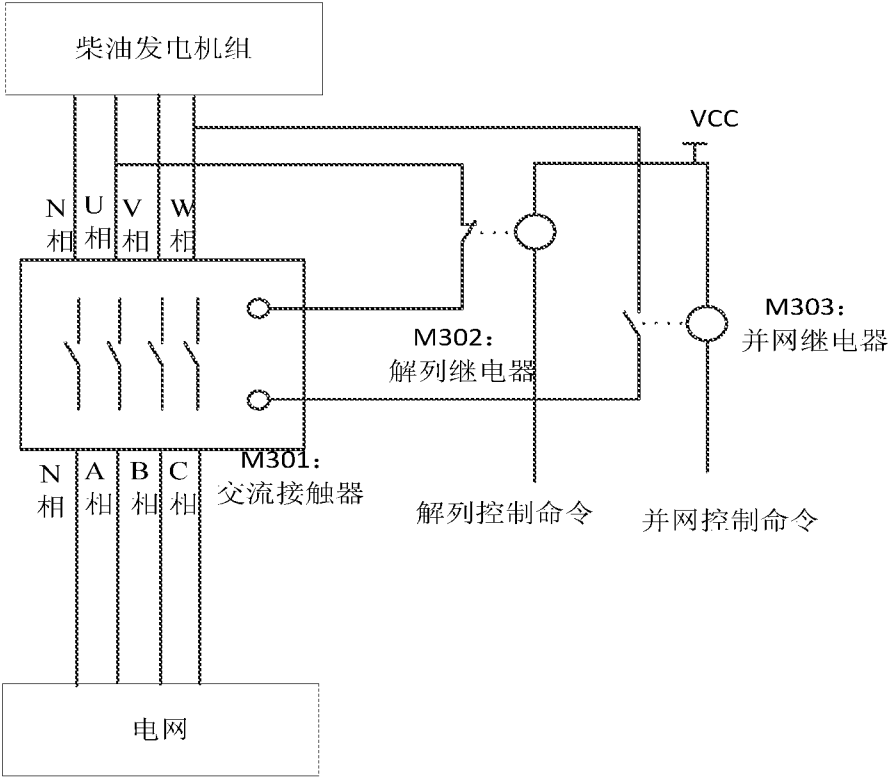


图 3 (a)

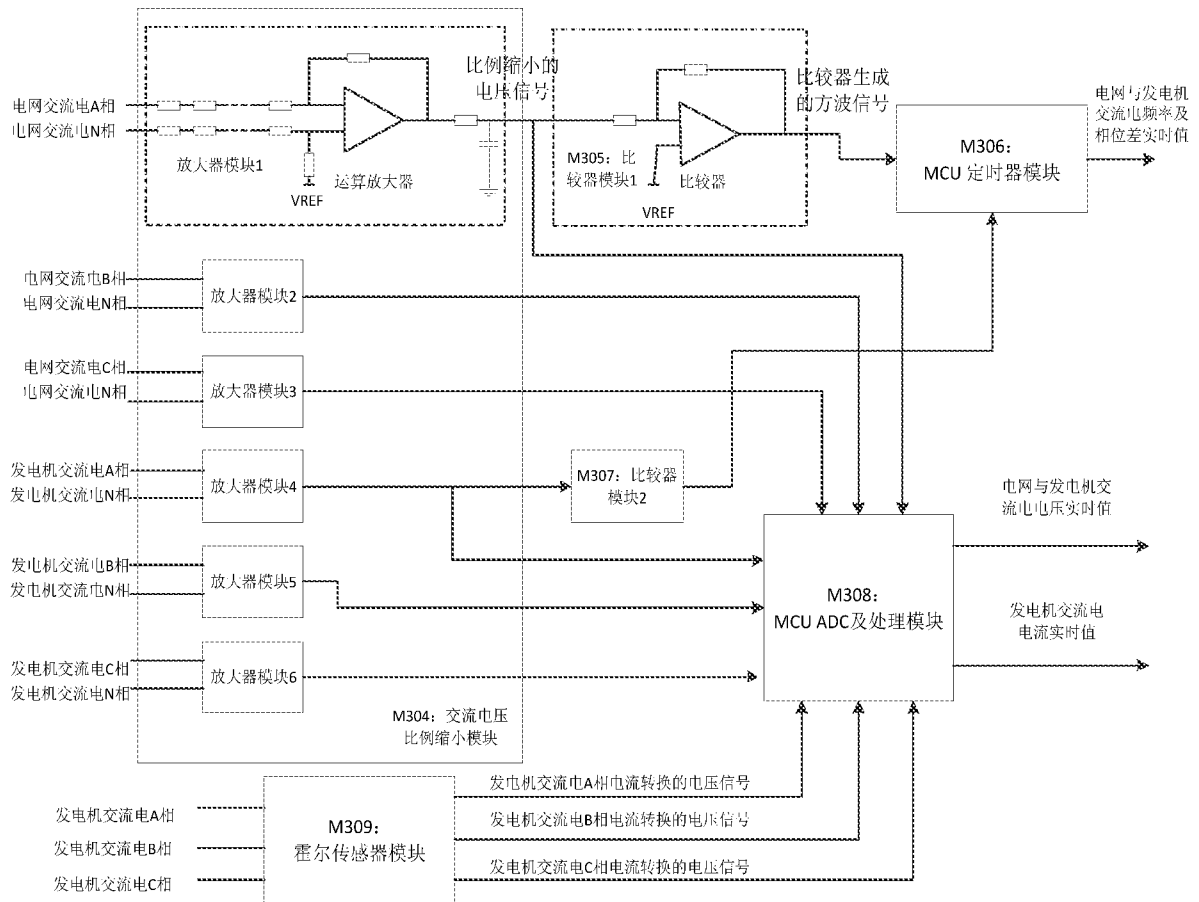


图 3 (b)

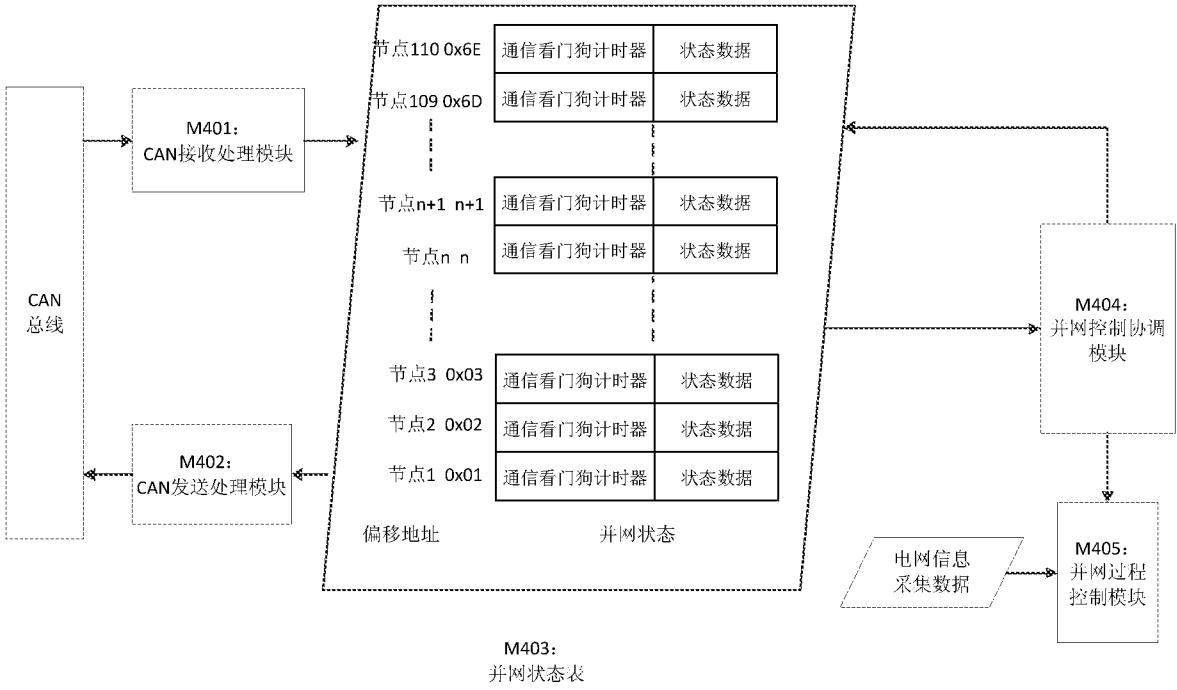
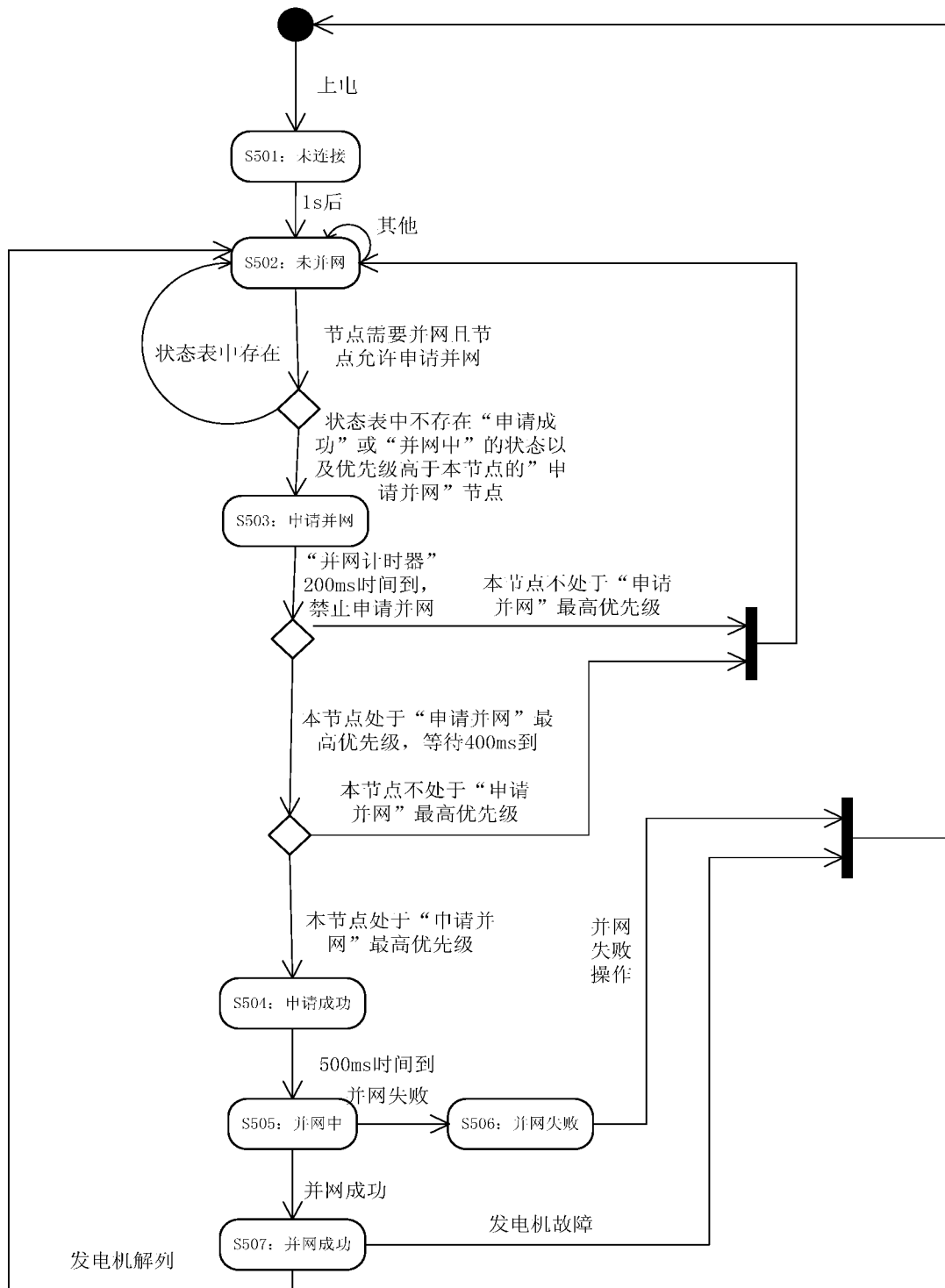


图 4



开始：并网
定时器启动

200ms：禁止
节点发送“申
请并网”

400ms：判断
节点申请并
网是否成功

500ms：若节点之前状态
为“申请成功”，则修改
节点状态为“并网中”

图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/113889

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/38 (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)

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 发电机, 并网, 节点, 状态, 协调, 优先, 许可, 控制器, 局域网络, diesel, generator, grid, node+, coordinate+, priority, auto+, CAN

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106849160 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 13 June 2017 (13.06.2017), claims 1-8, description, paragraphs [0006]-[0049], and figures 1-14	1-8
A	CN 105337301 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.), 17 February 2016 (17.02.2016), description, paragraphs [0019]-[0021] and [0041]-[0045], and figures 1-3	1-8
A	CN 205092586 U (GUANGDONG ORIGINAL-CREATE COMMUNICATION CONSULTATION DESIGN CO., LTD.), 16 March 2016 (16.03.2016), entire document	1-8
A	CN 105071432 A (TAIYUAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 18 November 2015 (18.11.2015), entire document	1-8
A	US 2017256951 A1 (CRESPO-DUBIE, D. et al.), 07 September 2017 (07.09.2017), entire document	1-8
A	US 2011196546 A1 (OPEN ACCESS TECHNOLOGY INTERNATIONAL, INC.), 11 August 2011 (11.08.2011), entire 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 29 January 2018	Date of mailing of the international search report 24 February 2018
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 ZHAO, Hui Telephone No. (86-10) 53961203

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/113889

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106849160 A	13 June 2017	None	
CN 105337301 A	17 February 2016	None	
CN 205092586 U	16 March 2016	None	
CN 105071432 A	18 November 2015	CN 105071432 B	21 July 2017
US 2017256951 A1	07 September 2017	None	
US 2011196546 A1	11 August 2011	US 9847644 B2	19 December 2017
		CA 2731433 A1	09 August 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/113889

A. 主题的分类

H02J 3/38(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)

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))

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC:发电机, 并网, 节点, 状态, 协调, 优先, 许可, 控制器, 局域网络, diesel, generator, grid, node+, coordinate+, priority, auto+, CAN

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 106849160 A (华南理工大学) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 权利要求1-8, 说明书第[0006]-[0049]段、图1-14	1-8
A	CN 105337301 A (国家电网公司 等) 2016年 2月 17日 (2016 - 02 - 17) 说明书第[0019]-[0021]段, 第[0041]-[0045]段、图1-3	1-8
A	CN 205092586 U (广东原创通信咨询设计有限公司) 2016年 3月 16日 (2016 - 03 - 16) 全文	1-8
A	CN 105071432 A (太原理工大学) 2015年 11月 18日 (2015 - 11 - 18) 全文	1-8
A	US 2017256951 A1 (CRESPO-DUBIE, DANIEL 等) 2017年 9月 7日 (2017 - 09 - 07) 全文	1-8
A	US 2011196546 A1 (OPEN ACCESS TECHNOLOGY INTERNATIONAL, INC.) 2011年 8月 11日 (2011 - 08 - 11) 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

2018年 1月 29日

国际检索报告邮寄日期

2018年 2月 24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)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

赵慧

传真号 (86-10)62019451

电话号码 (86-10)53961203

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/113889

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	106849160	A	2017年 6月 13日	无			
CN	105337301	A	2016年 2月 17日	无			
CN	205092586	U	2016年 3月 16日	无			
CN	105071432	A	2015年 11月 18日	CN	105071432	B	2017年 7月 21日
US	2017256951	A1	2017年 9月 7日	无			
US	2011196546	A1	2011年 8月 11日	US	9847644	B2	2017年 12月 19日
				CA	2731433	A1	2011年 8月 9日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)