(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
2024 年 11 月 28 日 (28.11.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/239453 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 61/5046 (2022.01) *H04B 3/54* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/111131

(22) 国际申请日: 2023 年 8 月 4 日 (04.08.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310601906.8 2023年5月23日 (23.05.2023) CN

(71) 申请人: 阳光电源股份有限公司 (**SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui 230088 (CN)。

(72) 发明人: 秦坤 (**QIN, Kun**); 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui 230088 (CN)。 苗晓飞 (**MIAO, Xiaofei**); 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui 230088 (CN)。 解家乐 (**XIE, Jiale**); 中国安徽省合肥市高新区习友路1699号, Anhui 230088 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司 (**UNITALEN ATTORNEYS AT LAW CO., LTD.**); 中国北京市朝阳区建国门外大街22号赛特广场七层, Beijing 100004 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ,

(54) **Title:** METHOD AND APPARATUS FOR POWER LINE CARRIER COMMUNICATION, AND PHOTOVOLTAIC SYSTEM

(54) 发明名称: 一种电力线载波通信方法、装置及光伏系统

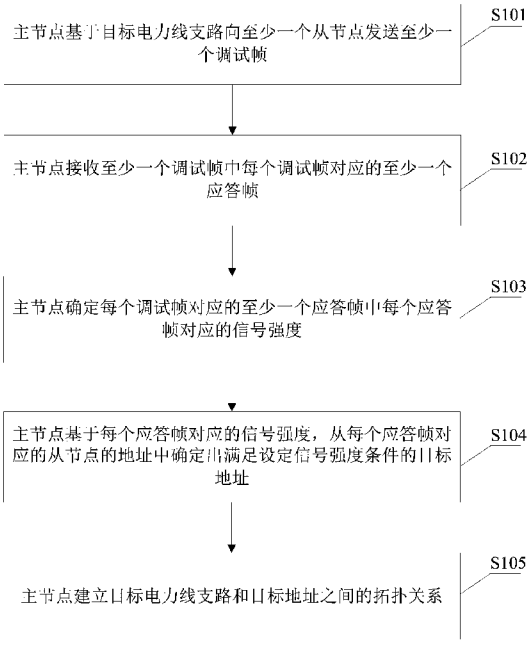


图 1

S101 A master node sends at least one debugging frame to at least one slave node on the basis of a target power line branch

S102 The master node receives at least one response frame corresponding to each debugging frame in the at least one debugging frame

S103 The master node determines a signal strength corresponding to each response frame in the at least one response frame corresponding to each debugging frame

S104 The master node determine a target address meeting a set signal strength condition from addresses of slave nodes corresponding to all response frames on the basis of the signal strength corresponding to each response frame

S105 The master node establishes a topological relationship between the target power line branch and the target address

(57) **Abstract:** Provided in the present application are a method and apparatus for power line carrier communication, and a photovoltaic system. The method comprises: a master node sending at least one debugging frame to at least one slave node on the basis of a target power line branch; the master node receiving at least one response frame corresponding to each debugging frame in the at least one debugging frame; the master node determining a signal strength corresponding to each response frame in the at least one response frame corresponding to each debugging frame; the master node determining a target address meeting a set signal strength condition from

WO 2024/239453 A1

[见续页]

IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (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, ME, 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)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

addresses of slave nodes corresponding to all response frames on the basis of the signal strength corresponding to each response frame; and the master node establishing a topological relationship between the target power line branch and the target address.

(57) 摘要: 本申请提供了一种电力线载波通信方法、装置及光伏系统，该方法包括：主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧；主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧；主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度；主节点基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址；主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系。

一种电力线载波通信方法、装置及光伏系统

本申请要求于 2023 年 05 月 23 日提交中国专利局、申请号为 2023106019068、发明名称为“一种电力线载波通信方法、装置及光伏系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容引用在本申请中。

技术领域

本申请涉及光伏技术领域，特别涉及一种电力线载波通信方法、装置及光伏系统。

背景技术

在光伏系统中，需要采集逆变器、汇流箱、优化器等设备的发电量、运行参数等数据。

通常，逆变器作为通信的主节点，逆变器下挂的设备（如，汇流箱、优化器）作为通信的从节点，主节点和从节点可以通过 PLC（Power Line Communication，电力线载波通信）进行数据交互，以采集相应数据。

但是，主节点往往不能按照主节点和从节点之间的实际电力线支路进行数据收发，导致主节点通过 PLC 和从节点之间的数据交互不可靠。

发明内容

本申请提供如下技术方案:

本申请一方面提供一种电力线载波通信方法，应用于光伏系统，所述光伏系统包括：至少一个主节点和至少一个从节点，该方法包括:

所述主节点基于目标电力线支路向所述至少一个从节点发送至少一个调试帧;

所述主节点接收所述至少一个调试帧中每个所述调试帧对应的至少一个应答帧，所述应答帧对应所述至少一个从节点中其中一个从节点，所述应答帧至少包含所述从节点的地址;

所述主节点确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的信号强度;

所述主节点基于每个所述应答帧对应的信号强度，从每个所述应答帧对应

的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址;

所述主节点建立所述目标电力线支路和所述目标地址之间的拓扑关系。

可选的，所述方法还包括:

所述主节点基于所述拓扑关系与所述目标电力线支路对应的从节点进行数据交互。

可选的，所述主节点基于目标电力线支路向所述至少一个从节点发送至少一个调试帧之前，还包括:

所述主节点从多条电力线支路中依次选择一条作为目标电力线支路。

可选的，所述主节点确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的信号强度，包括:

所述主节点确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的从节点应答信号的信号强度。

可选的，所述应答帧还包含所述调试帧对应的主节点调试信号的信号强度。

可选的，所述主节点确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的信号强度，包括:

所述主节点确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的从节点返回信号的信号强度;

所述主节点获取每个所述应答帧中所述调试帧对应的主节点调试信号的信号强度;

所述主节点基于所述应答帧对应的从节点返回信号的信号强度和所述应答帧中所述调试帧对应的主节点调试信号的信号强度，确定所述应答帧对应的信号强度。

可选的，若所述至少一个调试帧有一个，所述主节点基于每个所述应答帧对应的信号强度，从每个所述应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址，包括:

所述主节点对每个所述应答帧对应的信号强度进行比较，从每个所述应答帧中确定出信号强度最强的目标应答帧;

所述主节点将所述目标应答帧中从节点的地址确定为目标地址。

可选的，若所述至少一个调试帧有多个，所述主节点基于每个所述应答帧

对应的信号强度，从每个所述应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址，包括：

所述主节点基于每个所述应答帧对应的从节点的地址，从每个所述应答帧中确定出每个从节点的地址对应的应答帧；

所述主节点基于每个所述从节点的地址对应的应答帧对应的信号强度，确定每个所述从节点的地址对应的信号强度；

所述主节点对每个所述从节点的地址对应的信号强度进行比较，从每个所述从节点的地址中确定出信号强度最强的目标地址。

可选的，所述主节点基于每个所述从节点的地址对应的应答帧对应的信号强度，确定每个所述从节点的地址对应的信号强度，包括：

所述主节点分别确定每个所述从节点的地址对应的应答帧对应的信号强度的平均值和/或方差值，将所述平均值和/或方差值确定为所述从节点的地址对应的信号强度。

可选的，所述主节点基于每个所述应答帧对应的信号强度，从每个所述应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址之后，还包括：

所述主节点在对每条所述目标电力线支路均确定出目标地址的情况下，确定出每条所述目标电力线支路对应的目标地址中存在重复的地址，对每条所述目标电力线支路对应的目标地址进行去重处理；

所述主节点建立所述目标电力线支路和所述目标地址之间的拓扑关系，包括：

所述主节点建立每条所述目标电力线支路和去重处理后的每条所述目标电力线支路对应的目标地址之间的拓扑关系。

可选的，所述主节点建立所述目标电力线支路和所述目标地址之间的拓扑关系之后，还包括：

所述主节点获得通信报文；

若所述通信报文中目标从节点地址与所述拓扑关系中所述目标地址一致，所述主节点将所述通信报文发送给所述拓扑关系中所述目标电力线支路，以使得所述目标从节点地址对应的从节点从所述目标电力线支路接收所述通信报文，响应所述通信报文，返回所述目标从节点地址对应的从节点对应的数据。

可选的，所述主节点建立所述目标电力线支路和所述目标地址之间的拓扑关系之后，还包括：

所述主节点存储每条所述目标电力线支路和所述目标电力线支路对应的目标地址之间的拓扑关系。

本申请另一方面提供一种电力线载波通信装置，包括：

发送模块，用于基于目标电力线支路向所述至少一个从节点发送至少一个调试帧；

接收模块，用于接收所述至少一个调试帧中每个所述调试帧对应的至少一个应答帧，所述应答帧对应所述至少一个从节点中其中一个从节点，所述应答帧至少包含所述从节点的地址；

第一确定模块，用于确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的信号强度；

第二确定模块，用于基于每个所述应答帧对应的信号强度，从每个所述应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址；

建立模块，用于建立所述目标电力线支路和所述目标地址之间的拓扑关系。

本申请第三方面提供一种光伏系统，包括：至少一个主节点和至少一个从节点，所述主节点包括逆变器，所述从节点包括汇流箱或优化器；

所述逆变器，用于：

基于目标电力线支路向所述逆变器对应的汇流箱或优化器发送至少一个调试帧；

接收所述至少一个调试帧中每个所述调试帧对应的至少一个应答帧，所述应答帧对应所述逆变器对应的其中一个汇流箱或优化器，所述应答帧至少包含所述汇流箱或优化器的地址；

确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的信号强度；

基于每个所述应答帧对应的信号强度，从每个所述应答帧对应的汇流箱或优化器的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址；

建立所述目标电力线支路和所述目标地址之间的拓扑关系；

所述汇流箱或所述优化器，用于响应所述调试帧，向所述逆变器返回应答

帧。

由以上方案可知，本申请公开一种电力线载波通信方法、装置及光伏系统，该电力线载波通信方法应用于光伏系统，光伏系统包括：至少一个主节点和至少一个从节点，该方法包括：主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧；主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧，应答帧对应至少一个从节点中其中一个从节点，应答帧至少包含从节点的地址；主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度；主节点基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址；主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本申请实施例 1 提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图；

图 2 是本申请实施例 1 提供的一种电力线载波通信方法的一种实施场景示意图；

图 3 是本申请实施例 1 提供的一种拓扑关系示意图；

图 4 是本申请实施例 1 提供的一种电力线载波通信方法的另一种实施场景示意图；

图 5 是本申请实施例 1 提供的一种电力线载波通信方法的再一种实施场景示意图；

图 6 是本申请实施例 2 提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图；

图 7 是本申请实施例 3 提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图；

图 8 是本申请实施例 4 提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图；

图 9 是本申请实施例 5 提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图;

图 10 是本申请实施例 6 提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图;

图 11 是本申请实施例 7 提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图;

图 12 是本申请实施例 7 提供的一种电力线载波通信方法的一种实施场景示意图;

图 13 是本申请实施例 8 提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图;

图 14 是本申请实施例 9 提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图;

图 15 是本申请提供的一种电力线载波通信装置的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

为使本申请的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本申请作进一步详细的说明。

本申请提供的电力线载波通信方法可以应用于光伏系统，光伏系统包括:至少一个主节点和至少一个从节点，参照图1，为本申请实施例1提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图，如图1所示，该方法可以包括但并不局限于以下步骤:

步骤 S101、主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧。

本实施例中，每个主节点可以分别对应至少一条电力线支路，每条电力线支路可以分别连接一个从节点。每条电力线支路连接的从节点可以各不相同。

主节点对应设置有 PLC 主节点，从节点对应设置有 PLC 从节点。

PLC 主节点可以利用耦合技术，对至少一个调试帧中每个调试帧进行调制，得到每个调试帧对应的主节点调试信号，得到至少一个主节点调试信号，基于目标电力线支路，向从节点发送至少一个主节点调试信号。

在本申请中，对耦合技术不做限制。例如，耦合技术可以为但不局限于:

磁环耦合技术。

本实施例中，主节点可以包括但不局限于：逆变器，从节点可以包括但不局限于：汇流箱或优化器。

逆变器可以包括至少一个逆变单元，至少一个逆变单元中每个逆变单元可以分别设置有 PLC 主节点，每个逆变单元可以对应多个从节点，每个从节点可以分别设置有 PLC 从节点。

步骤 S102、主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧。

应答帧对应至少一个从节点中其中一个从节点，应答帧至少包含从节点的地址。

具体地，目标电力线支路对应的从节点可以通过 PLC 从节点从目标电力线支路上获取到至少一个主节点调试信号，对至少一个主节点调试信号中每个主节点调试信号进行解调，得到每个调试帧，对每个调试帧进行应答，得到每个应答帧，通过耦合技术，将每个应答帧分别调制为每个从节点应答信号，基于目标电力线支路向主节点发送从节点应答信号。

相应地，主节点可以通过 PLC 主节点接收到至少一个主节点调试信号中每个主节点调试信号对应的至少一个从节点应答信号。

可以理解的是，在主节点对应多条电力线支路的情况下，多条电力线支路之间可能会发生串扰，至少一个调试帧可能会到达除目标电力线支路之外的其它电力线支路对应的从节点，因此，主节点除了能接收到目标电力线支路对应的从节点的应答帧之外，还可能收到其它电力线支路对应的从节点的应答帧。

其中，各从节点设置的 PLC 从节点在接收到调试帧后，同时开始计时，PLC 从节点按照绑定的从节点地址时间片（如，40ms）依次回复应答帧给 PLC 主节点。例如，从节点 1 设置的 PLC 从节点在第 40ms 回复应答帧，从节点 2 设置的 PLC 从节点在第 80ms 回复应答帧，从节点 3 设置的 PLC 从节点在第 120ms 回复应答帧，从节点 4 设置的 PLC 从节点在第 160ms 回复应答帧，从节点 5 设置的 PLC 从节点在第 200ms 回复应答帧。

每个调试帧对应的至少一个应答帧中除了包含目标电力线支路对应的从

节点的应答帧，还可能包含除目标电力线支路之外其它电力线支路对应的从节点的应答帧。

步骤 S103、主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度。

主节点通过 PLC 主节点在获得每个调试帧对应的至少一个应答帧之后，可以基于每个应答帧，确定每个应答帧对应的信号强度。

其中，每个应答帧对应的信号强度可以包括但不局限于：dBuv（信号电压强度）。

步骤 S104、主节点基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址。

可以理解的是，主节点通过 PLC 主节点从目标电力线支路接收到的应答帧对应的信号强度，与其它电力线支路传输的应答帧对应的信号强度具有差异，通过对比每个应答帧对应的信号强度，可以从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址。

设定信号强度条件可以根据需要进行设置，在本申请中不做限制。

满足设定信号强度条件的目标地址可以作为目标电力线支路实际对应的汇流箱的地址。

步骤 S104 可以包括但不局限于：

对每个应答帧对应的信号强度进行归一化处理，得到每个应答帧对应的归一化后信号强度；

基于每个应答帧对应的归一化后信号强度，从每个应答帧对应的汇流箱的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址。

步骤 S105、主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系。

可以理解的是，步骤 S101-S105 为针对主节点对应的一条电力线支路的执行过程。如果主节点对应多条电力线支路，步骤 S101 可以包括但不局限于：

S1011、主节点从多条电力线支路中依次选择一条作为目标电力线支路，基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧。

对应 S1011 的实施方式，主节点可以分别建立每条电力线支路和其目标地址之间的拓扑关系。

具体地，主节点从多条电力线支路中依次选择一条作为目标电力线支路，

并预留设定时间等待从节点应答。设定时间可以根据需要进行设置，在本申请中不做限制。例如，设定时间可以设置为 2 秒。

在本实施例中，主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧，接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧，确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度，基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址，以获得目标电力线支路实际对应的从节点的地址，在此基础上，建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系，保证拓扑关系的准确性，在需要与从节点进行数据交互的情况下，可以基于准确的拓扑关系找到从节点实际对应的电力线支路，通过实际对应的电力线支路进行数据交互，保证数据交互的可靠性。例如，若主节点为逆变器，从节点为汇流箱，每个逆变器对应 5 个汇流箱，PLC 主节点和 PLC 从节点通过磁环耦合收发信号，以 1＃逆变器为例，1＃逆变器和汇流箱之间的实际接线方式如图 2 中（a）部分所示， ch1 对应的电力线支路对应汇流箱 2，ch2 对应的电力线支路对应汇流箱 3，ch3 对应的电力线支路对应汇流箱 1，ch4 对应的电力线支路对应汇流箱 4，ch5 对应的电力线支路对应汇流箱 5。

如果 1＃逆变器的 PLC 主节点不知道 1＃逆变器对应的各电力线支路的实际接线，仍按照如图 2 中（b）部分所示的接线方式对应的拓扑关系进行数据收发，会将发给汇流箱 1 的报文通过 ch1 对应的电力线支路发送给汇流箱 1，将发给汇流箱 2 的报文通过 ch2 对应的电力线支路发送给汇流箱 2，将发给汇流箱 3 的报文通过 ch3 对应的电力线支路发送给汇流箱 3，由于并未使用实际电力线支路发送报文，使得汇流箱 1、汇流箱 2 和汇流箱 3 可能接收不到报文，造成收发错误;

通过实施例 1 提供的电力线载波通信方法可以确定如图 3 所示的拓扑关系，按照如图 3 所示的拓扑关系，可以通过如图 2 中（a）部分所示的实际电力线支路进行数据收发，提高数据交互的可靠性。

需要说明的是，图 2 仅为主节点和从节点进行通信的其中一种示例，其并不作为对主节点和从节点的限制。

对应逆变器包括至少一个逆变单元的实施方式，例如，若主节点为逆变器，从节点为汇流箱，逆变器包括多个逆变单元，每个逆变单元对应 5 个汇流箱，

PLC 主节点和 PLC 从节点通过磁环耦合收发信号，以 1＃逆变单元为例，1＃逆变单元和汇流箱之间的实际接线方式如图 4 中（a）部分所示， ch1 对应的电力线支路对应汇流箱 2，ch2 对应的电力线支路对应汇流箱 3，ch3 对应的电力线支路对应汇流箱 1，ch4 对应的电力线支路对应汇流箱 4，ch5 对应的电力线支路对应汇流箱 5。

如果 1＃逆变单元的 PLC 主节点不知道 1＃逆变单元对应的各电力线支路的实际接线，仍按照如图 4 中（b）部分所示的接线方式对应的拓扑关系进行数据收发，会将发给汇流箱 1 的报文通过 ch1 对应的电力线支路发送给汇流箱 1，将发给汇流箱 2 的报文通过 ch2 对应的电力线支路发送给汇流箱 2，将发给汇流箱 3 的报文通过 ch3 对应的电力线支路发送给汇流箱 3，由于并未使用实际电力线支路发送报文，使得汇流箱 1、汇流箱 2 和汇流箱 3 可能接收不到报文，造成收发错误;

通过实施例 1 提供的电力线载波通信方法可以确定如图 3 所示的拓扑关系，按照如图 3 所示的拓扑关系，可以通过如图 4 中（a）部分所示的实际电力线支路进行数据收发，提高数据交互的可靠性。

需要说明的是，图 4 仅为主节点和从节点的其中一种示例，其并不作为对主节点和从节点的限制。其中，逆变单元的数量和汇流箱的数量并不限于图 4 所示的逆变单元和汇流箱，可以根据实际项目需求设定逆变单元和汇流箱。例如，若主节点为逆变器，从节点为汇流箱，逆变器具有多个逆变单元，逆变单元的功率为 1.1MW，对应 4.4MW 的光伏方阵，配置 4 个逆变单元，每个逆变单元分别配置一个 PLC 主节点，各 PLC 主节点通过 RS485 总线连接数据采集器，如图 5 中（a）部分所示，逆变单元 1 配置 PLC 主节点为 MPLC241，逆变单元 2 配置 PLC 主节点为 MPLC242，逆变单元 3 配置 PLC 主节点为 MPLC243，逆变单元 4 配置 PLC 主节点为 MPLC244。4.4MW 的光伏方阵中 1.1MW 的直流电能通过 6 个汇流箱汇总给逆变单元，每个逆变单元分别对应 6 个汇流箱。

以逆变单元 1 为例，对应逆变单元 1 的电力线支路 1，确定目标地址为汇流箱地址 3，对应逆变单元 1 的电力线支路 2，确定目标地址为汇流箱地址 6，对应逆变单元 1 的电力线支路 3，确定目标地址为汇流箱地址 4，对应逆变单元 1 的电力线支路 4，确定目标地址为汇流箱地址 5，对应逆变单元 1 的电力

线支路 5，确定目标地址为汇流箱地址 1，对应逆变单元 1 的电力线支路 6，确定目标地址为汇流箱地址 2。

如图 5 中（b）部分所示，对电力线支路 1 建立拓扑关系为支路编号 1 对应汇流箱地址 3，对电力线支路 2 建立拓扑关系为支路编号 2 对应汇流箱地址 6，对电力线支路 3 建立拓扑关系为支路编号 3 对应汇流箱地址 4，对电力线支路 4 建立拓扑关系为支路编号 4 对应汇流箱地址 5，对电力线支路 5 建立拓扑关系为支路编号 5 对应汇流箱地址 1，对电力线支路 6 建立拓扑关系为支路编号 6 对应汇流箱地址 2。

作为本申请另一可选实施例，参照图6，为本申请实施例2提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图，本实施例主要是对上述实施例1中步骤S103的细化方案，如图6所示，步骤S103可以包括但不局限于以下步骤:

步骤 S1031、主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的从节点应答信号的信号强度。

本实施例中，对应将每个应答帧分别调制为每个从节点应答信号的实施方式，主节点通过 PLC 主节点在接收到每个主节点调试信号对应的至少一个从节点应答信号的情况下，可以确定至少一个从节点应答信号中每个从节点应答信号的信号强度。

相应地，步骤 S104 可以包括但不局限于:

S1041、主节点基于每个应答帧对应的从节点应答信号的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址。

在本实施例中，主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧，接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧，确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的从节点应答信号的信号强度，基于每个应答帧对应的从节点应答信号的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址，以获得目标电力线支路实际对应的从节点的地址，在此基础上，建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系，保证拓扑关系的准确性，在需要与从节点进行数据交互的情况下，可以基于准确的拓扑关系找到从节点实际对应的电力线支路，通过实际对应的电力线支路进行数据交互，保证数据交互的可靠性。

作为本申请另一可选实施例，参照图7，为本申请实施例3提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图，本实施例主要是对上述实施例1中步骤S102和步骤S103的细化方案，如图7所示，步骤S102可以包括但不局限于以下步骤：

步骤 S1021、主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧，应答帧对应至少一个从节点中其中一个从节点，应答帧包含从节点的地址和调试帧对应的主节点调试信号的信号强度。

本实施例中，从节点可以通过 PLC 从节点接收调试帧对应的主节点调试信号，确定主节点调试信号的信号强度。

对应步骤 S1021，步骤 S103 可以包括但不局限于以下步骤：

步骤 S1032、主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的从节点返回信号的信号强度。

步骤 S1032 的详细过程可以参见实施例 2 中步骤 S1031 的相关介绍，在此不再赘述。

步骤 S1033、主节点获取每个应答帧中调试帧对应的主节点调试信号的信号强度。

步骤 S1034、基于应答帧对应的从节点返回信号的信号强度和应答帧中调试帧对应的主节点调试信号的信号强度，确定应答帧对应的信号强度。

步骤 S1034 可以包括但不局限于：

对应答帧对应的从节点返回信号的信号强度和应答帧中调试帧对应的主节点调试信号的信号强度进行平均运算，得到信号强度平均值，将信号强度平均值确定为应答帧对应的信号强度。

需要说明的是，在应答帧包含从节点的地址和调试帧对应的主节点调试信号的信号强度的情况下，电力线载波通信方法的具体实施方式并不局限于本实施例所提供的电力线载波通信方法，在应答帧包含从节点的地址和调试帧对应的主节点调试信号的信号强度的情况下，电力线载波通信方法的可实施方式均应保护在本申请中。

本实施例中，主节点通过确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的从节点返回信号的信号强度，主节点获取每个应答帧中调试帧对应的主节点调试信号的信号强度，基于应答帧对应的从节点返回信号的信号

强度和应答帧中调试帧对应的主节点调试信号的信号强度，确定应答帧对应的信号强度，可以保证应答帧对应的信号强度的可靠性，基于每个应答帧对应的可靠性更高的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址，可以提高目标地址的准确性，以获得电力线支路实际对应的汇流箱的地址，在此基础上，建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系，保证拓扑关系的准确性，在需要与从节点进行数据交互的情况下，可以基于准确的拓扑关系找到从节点实际对应的电力线支路，通过实际对应的电力线支路进行数据交互，保证数据交互的可靠性。

作为本申请另一可选实施例，参照图8，为本申请实施例4提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图，本实施例主要是对上述实施例1中步骤S104的细化方案，如图8所示，步骤S104可以包括但不局限于以下步骤：

步骤S1041、若至少一个调试帧有一个，主节点对每个应答帧对应的信号强度进行比较，从每个应答帧中确定出信号强度最强的目标应答帧。

步骤S1042、主节点将目标应答帧中从节点的地址确定为目标地址。

在本实施例中，主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧，接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧，确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度，若至少一个调试帧有一个，主对每个应答帧对应的信号强度进行比较，从每个应答帧中确定出信号强度最强的目标应答帧，将目标应答帧中从节点的地址确定为目标地址，以获得目标电力线支路实际对应的从节点的地址，在此基础上，建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系，保证拓扑关系的准确性，在需要与从节点进行数据交互的情况下，可以基于准确的拓扑关系找到从节点实际对应的电力线支路，通过实际对应的电力线支路进行数据交互，保证数据交互的可靠性。

作为本申请另一可选实施例，参照图9，为本申请实施例5提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图，本实施例主要是对上述实施例1中步骤S104的细化方案，如图9所示，步骤S104可以包括但不局限于以下步骤：

步骤S1043、若至少一个调试帧有多个，主节点基于每个应答帧对应的从

节点的地址，从每个应答帧中确定出每个从节点的地址对应的应答帧。

若至少一个调试帧有多个，对应多个调试帧，同一个从节点可能会返回多个应答帧，并且，同一个从节点返回的多个应答帧对应的从节点的地址均相同，即，每个从节点的地址可能会对应多个应答帧。本实施例中，可以比较每个应答帧对应的从节点的地址，将从节点的地址一致的各应答帧划分为一组，得到多组应答帧，将每组应答帧中应答帧作为相应从节点的地址对应的应答帧。

步骤 S1044、主节点基于每个从节点的地址对应的应答帧对应的信号强度，确定每个从节点的地址对应的信号强度。

步骤 S1044 可以包括但不局限于:

主节点分别确定每个从节点的地址对应的应答帧对应的信号强度的平均值和/或方差值，将平均值和/或方差值确定为从节点的地址对应的信号强度。

步骤 S1045、主节点对每个从节点的地址对应的信号强度进行比较，从每个从节点的地址中确定出信号强度最强的目标地址。

主节点对每个从节点的地址对应的信号强度进行比较，从每个从节点的地址中确定出信号强度最强的从节点的地址，将信号强度最强的从节点的地址确定为目标地址。

本实施例中，通过基于目标电力线支路发送多个调试帧，主节点基于每个应答帧对应的从节点的地址，从每个应答帧中确定出每个从节点的地址对应的应答帧，主节点基于每个从节点的地址对应的应答帧对应的信号强度，确定每个从节点的地址对应的信号强度，主节点对每个从节点的地址对应的信号强度进行比较，从每个从节点的地址中确定出信号强度最强的目标地址，可以提高目标地址的准确性。

作为本申请另一可选实施例，参照图10，为本申请实施例6提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图，本实施例主要是对上述实施例1提供的电力线载波通信方法的扩展方案，如图10所示，可以包括但不局限于以下步骤:

步骤 S201、主节点从多条电力线支路中依次选择一条作为目标电力线支路。

步骤 S202、主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧。

步骤 S203、主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧，应答帧对应至少一个从节点中其中一个从节点，应答帧至少包含从节点的地址。

步骤 S204、主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度。

步骤 S205、主节点基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址。

步骤S202-S205的详细过程可以参见实施例1中步骤S101-S104的相关介绍，在此不再赘述。

需要说明的是，在从多条电力线支路中每次选择一条作为目标电力线支路的情况下，均需要执行步骤S202-S205。

在针对每条目标电力线支路均执行了步骤S202-S205的情况下，可以确定出每条目标电力线支路对应的目标地址。

步骤S206、主节点在对每条目标电力线支路均确定出目标地址的情况下，确定出每条目标电力线支路对应的目标地址中存在重复的地址，对每条目标电力线支路对应的目标地址进行去重处理。

本实施例中，对每条目标电力线支路对应的目标地址进行去重处理，可以包括但不局限于:

按照从小到大的顺序对地址存在重复的各目标电力线支路的支路编号进行排列，得到支路编号排列结果，基于支路编号排列结果从可使用地址中选择地址作为存在重复的各目标电力线支路对应的目标地址。

其中，可使用地址与每条目标电力线支路对应的目标地址中除地址存在重复的各目标电力线支路对应的目标地址之外的目标电力线支路对应的目标地址不同。

步骤 S207、主节点建立每条目标电力线支路和去重处理后的每条目标电力线支路对应的目标地址之间的拓扑关系。

在进行去重处理之后，建立拓扑关系，可以提高拓扑关系的准确性。

步骤S207为实施例1中步骤S105的一种具体实施方式。

需要说明的是，图10仅为示意电力线载波通信方法中所包含的各种步骤，其并作为对实际实施电力线载波通信方法的限制，图10中步骤S202-S20适用于

每条目标电力线支路。

需要说明的是，步骤S201-S205和上述实施例1中步骤S105也可以为电力线载波通信方法其中一种实施方式，其同样保护在本申请内。

本实施例中，通过获得每条电力线支路对应的目标地址，确定出每条电力线支路对应的目标地址中存在重复的地址，对每条电力线支路对应的目标地址进行去重处理，可以避免各电力线支路的目标地址出现冲突。

作为本申请另一可选实施例，参照图11，为本申请实施例7提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图，本实施例主要是对上述实施例1提供的电力线载波通信方法的扩展方案，如图11所示，可以包括但不局限于以下步骤:

步骤 S301、主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧。

步骤 S302、主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧，应答帧对应至少一个从节点中其中一个从节点，应答帧至少包含从节点的地址。

步骤 S303、主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度。

步骤 S304、主节点基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址。

步骤 S305、主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系。

步骤S301-S205的详细过程可以参见实施例1中步骤S101-S105的相关介绍，在此不再赘述。

步骤 S306、主节点获得通信报文。

本实施例中，数据采集器可以下发一包通信报文，通信报文中包含目标从节点地址。

通信报文可以为但不局限于：Modbus 标准的通信报文。

每个主节点均会接收到通信报文，但只有拓扑关系中目标地址与目标从节点地址一致的主节点才会处理响应该通信报文。例如，若主节点为集中式逆变器，从节点为汇流箱，集中式逆变器的每个逆变单元的 PLC 主节点均会接收到通信报文，但只有拓扑关系中目标地址与目标汇流箱地址一致的 PLC 主节

点才会处理响应该通信报文。

本实施例中，PLC 主节点可以包括但不局限于：电源、PLC 主控芯片、PA 功放电路、电子开关电路和耦合通道，每个耦合通道可以由 PLC 主控芯片的 GPIO 引脚单独控制打开或关闭。

每个耦合通道分别对应一条电力线支路，耦合通道用于基于 PLC 主控芯片的数据帧（如，调试帧）调制得到数据帧对应的主节点调试信号，将主节点调试信号发送至电力线支路。

步骤 S307、若通信报文中目标从节点地址与拓扑关系中目标地址一致，主节点将通信报文发送给拓扑关系中目标电力线支路，以使得目标从节点地址对应的从节点从目标电力线支路接收通信报文，响应通信报文，返回目标从节点地址对应的从节点对应的数据。

例如，如图12所示，若耦合通道1对应的电力线支路对应汇流箱2，耦合通道2对应的电力线支路对应汇流箱3，耦合通道3对应的电力线支路对应汇流箱1，耦合通道4对应的电力线支路对应汇流箱4，耦合通道5对应的电力线支路对应汇流箱5，若通信报文中目标汇流箱地址为汇流箱2的地址，PLC主控芯片通过GPIO引脚打开电子开关电路1，以打开耦合通道1，PLC主控芯片将数字信号的通信报文发送给耦合通道1，耦合通道1将通信报文调制成模拟载波信号，并由PA功放电路将模拟载波信号放大后得到的电平发射至磁环线圈，利用磁环线圈将通信报文耦合到汇流箱2对应的电力线支路上。

汇流箱2对应的PLC从节点通过磁环线圈耦合，接收到来自PLC主节点的模拟载波信号，将模拟载波信号还原成数字信号，即，通信报文，通过串口将通信报文发送给汇流箱2的主控芯片。

汇流箱2的主控芯片在确定出通信报文中目标汇流箱地址与汇流箱2的地址匹配的情况下，开始应答，生成应答报文，应答报文包含汇流箱对应的数据（如，光伏板的电压数据、电流数据等）。汇流箱2的主控芯片通过串口将应答报文发送给PLC从节点，PLC从节点再反向将应答报文发送给PLC主节点。

PLC主节点可以将应答报文上报给数据采集器，完成一轮数据采集。

本实施例中，通过建立的拓扑关系，可以准确地将通信报文发送给汇流箱，保证数据交互的可靠性。

作为本申请另一可选实施例，参照图13，为本申请实施例8提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图，本实施例主要是对上述实施例1提供的电力线载波通信方法的扩展方案，如图13所示，可以包括但不局限于以下步骤：

步骤 S401、主节点从多条电力线支路中依次选择一条作为目标电力线支路。

步骤 S402、主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧

步骤 S403、主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧，应答帧对应至少一个从节点中其中一个从节点，应答帧至少包含从节点的地址。

步骤 S404、主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度。

步骤 S405、主节点基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址。

步骤S402-S405的详细过程可以参见实施例1中步骤S101-S104的相关介绍，在此不再赘述。

步骤S406、主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系。

本步骤可以理解为：在对一条目标电力线支路确定出目标地址的情况下，主节点即建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系。

本步骤也可以理解为：主节点在对每条所述目标电力线支路均确定出目标地址的情况下，主节点建立每条目标电力线支路和目标电力线支路对应的目标地址之间的拓扑关系。

步骤S402-S406的详细过程可以参见实施例1中步骤S101-S105的相关介绍，在此不再赘述。

步骤 S407、主节点存储每条目标电力线支路和目标电力线支路对应的目标地址之间的拓扑关系。

需要说明的是，图13仅用于示意电力线载波通信方法中所包含的各种步骤，其并作为对实际实施电力线载波通信方法的限制，图13中步骤S402-S405适用于每条目标电力线支路。

本实施例中，通过存储每条目标电力线支路和目标电力线支路对应的目标地址之间的拓扑关系，可以在需要时基于存储的拓扑关系进行数据交互即可，提高数据交互的效率。

作为本申请另一可选实施例，参照图14，为本申请实施例9提供的一种电力线载波通信方法的流程示意图，本实施例主要是对上述实施例1提供的电力线载波通信方法的扩展方案，如图14所示，可以包括但不局限于以下步骤：

步骤 S501、主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧。

步骤 S502、主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧，应答帧对应至少一个从节点中其中一个从节点，应答帧至少包含从节点的地址。

步骤 S503、主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度。

步骤 S504、主节点基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址。

步骤 S505、主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系。

步骤 S501-S505 的详细过程可以参见实施例 1 中步骤 S101-S105 的相关介绍，在此不再赘述。

步骤 S506、主节点基于拓扑关系与目标电力线支路对应的从节点进行数据交互。

本实施例中，主节点可以基于拓扑关系找到主节点和从节点之间的实际电力线支路（即，目标电力线支路），通过实际电力线支路进行数据交互，保证数据交互的可靠性。

接下来对本申请提供的一种电力线载波通信装置进行介绍，下文介绍的电力线载波通信装置与上文介绍的电力线载波通信方法可相互对应参照。

请参见图 15，电力线载波通信装置包括：发送模块 100、接收模块 200、第一确定模块 300、第二确定模块 400 和建立模块 500。

发送模块 100，用于基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个

调试帧。

接收模块200，用于接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧，应答帧对应至少一个从节点中其中一个从节点，应答帧至少包含从节点的地址。

第一确定模块300，用于确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度。

第二确定模块400，用于基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址。

建立模块500，用于建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系。

本实施例中，电力线载波通信装置还可以包括:

数据交互模块，用于基于拓扑关系与目标电力线支路对应的从节点进行数据交互。

发送模块100，具体可以用于:

从多条电力线支路中依次选择一条作为目标电力线支路，基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧。

第一确定模块300，具体可以用于:

确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的从节点应答信号的信号强度。

应答帧还包含调试帧对应的主节点调试信号的信号强度，相应地，第一确定模块300，具体可以用于:

确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的从节点返回信号的信号强度;

获取每个应答帧中调试帧对应的主节点调试信号的信号强度;

基于应答帧对应的从节点返回信号的信号强度和应答帧中所述调试帧对应的主节点调试信号的信号强度，确定应答帧对应的信号强度。

本实施例中，若至少一个调试帧有一个，第二确定模块400，具体可以用于:

对每个应答帧对应的信号强度进行比较，从每个应答帧中确定出信号强度最强的目标应答帧;

将目标应答帧中从节点的地址确定为目标地址。

本实施例中，若至少一个调试帧有多个，第二确定模块400，具体可以用于：

基于每个应答帧对应的从节点的地址，从每个应答帧中确定出每个从节点的地址对应的应答帧；

基于每个从节点的地址对应的应答帧对应的信号强度，确定每个从节点的地址对应的信号强度；

对每个从节点的地址对应的信号强度进行比较，从每个从节点的地址中确定出信号强度最强的目标地址。

第二确定模块 400 基于每个从节点的地址对应的应答帧对应的信号强度，确定每个从节点的地址对应的信号强度的过程，具体可以包括：

分别确定每个从节点的地址对应的应答帧对应的信号强度的平均值和/或方差值，将平均值和/或方差值确定为从节点的地址对应的信号强度。

电力线载波通信装置还可以包括：

第一获得模块，用于获得每条电力线支路对应的目标地址；

去重模块，用于确定出每条电力线支路对应的目标地址中存在重复的地址，对每条电力线支路对应的目标地址进行去重处理。

本实施例中，电力线载波通信装置还可以包括：

第二获得模块，用于获得通信报文；

报文发送模块，用于若通信报文中目标从节点地址与拓扑关系中所述目标地址一致，将通信报文发送给拓扑关系中目标电力线支路，以使得目标从节点地址对应的从节点从目标电力线支路接收所述通信报文，响应通信报文，返回目标从节点地址对应的从节点对应的数据。

本实施例中，电力线载波通信装置还可以包括：

存储模块，用于存储目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系。

接下来对本申请提供的一种光伏系统进行介绍，下文介绍的光伏系统与上文介绍的电力线载波通信方法可相互对应参照。

光伏系统，包括：至少一个主节点和至少一个从节点，主节点可以包括逆变器，从节点可以包括汇流箱或优化器。

其中，对应汇流箱，逆变器可以为集中式逆变器；对应优化器，逆变器可

以为组串式逆变器。

逆变器，用于：

基于目标电力线支路向逆变器对应的汇流箱或优化器发送至少一个调试帧；

接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧，应答帧对应逆变器对应的其中一个汇流箱或优化器，应答帧至少包含汇流箱或优化器的地址；

确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度；

基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的汇流箱或优化器的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址；

建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系；

汇流箱或所述优化器，用于响应调试帧，向逆变器返回应答帧。

需要说明的是，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。对于装置类实施例而言，由于其与方法实施例基本相似，所以描述的比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

最后，还需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

为了描述的方便，描述以上装置时以功能分为各种模块分别描述。当然，在实施本申请时可以把各模块的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。

通过以上的实施方式的描述可知，本领域的技术人员可以清楚地了解到本申请可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软

件产品的形式体现出来，该计算机软件产品可以存储在存储介质中，如ROM/RAM、磁碟、光盘等，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本申请各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

以上对本申请所提供的一种电力线载波通信方法、装置及光伏系统进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本申请的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

权 利 要 求

1、一种电力线载波通信方法，其特征在于，应用于光伏系统，所述光伏系统包括：至少一个主节点和至少一个从节点，该方法包括：

所述主节点基于目标电力线支路向所述至少一个从节点发送至少一个调试帧；

所述主节点接收所述至少一个调试帧中每个所述调试帧对应的至少一个应答帧，所述应答帧对应所述至少一个从节点中其中一个从节点，所述应答帧至少包含所述从节点的地址；

所述主节点确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的信号强度；

所述主节点基于每个所述应答帧对应的信号强度，从每个所述应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址；

所述主节点建立所述目标电力线支路和所述目标地址之间的拓扑关系。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述主节点基于所述拓扑关系与所述目标电力线支路对应的从节点进行数据交互。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述主节点基于目标电力线支路向所述至少一个从节点发送至少一个调试帧之前，还包括：

所述主节点从多条电力线支路中依次选择一条作为目标电力线支路。

4、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述主节点确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的信号强度，包括：

所述主节点确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的从节点应答信号的信号强度。

5、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述应答帧还包含所述调试帧对应的主节点调试信号的信号强度。

6、根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述主节点确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的信号强度，包括：

所述主节点确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的从节点返回信号的信号强度；

所述主节点获取每个所述应答帧中所述调试帧对应的主节点调试信号的

信号强度;

所述主节点基于所述应答帧对应的从节点返回信号的信号强度和所述应答帧中所述调试帧对应的主节点调试信号的信号强度，确定所述应答帧对应的信号强度。

7、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，若所述至少一个调试帧有一个，所述主节点基于每个所述应答帧对应的信号强度，从每个所述应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址，包括:

所述主节点对每个所述应答帧对应的信号强度进行比较，从每个所述应答帧中确定出信号强度最强的目标应答帧;

所述主节点将所述目标应答帧中从节点的地址确定为目标地址。

8、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，若所述至少一个调试帧有多个，所述主节点基于每个所述应答帧对应的信号强度，从每个所述应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址，包括:

所述主节点基于每个所述应答帧对应的从节点的地址，从每个所述应答帧中确定出每个从节点的地址对应的应答帧;

所述主节点基于每个所述从节点的地址对应的应答帧对应的信号强度，确定每个所述从节点的地址对应的信号强度;

所述主节点对每个所述从节点的地址对应的信号强度进行比较，从每个所述从节点的地址中确定出信号强度最强的目标地址。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述主节点基于每个所述从节点的地址对应的应答帧对应的信号强度，确定每个所述从节点的地址对应的信号强度，包括:

所述主节点分别确定每个所述从节点的地址对应的应答帧对应的信号强度的平均值和/或方差值，将所述平均值和/或方差值确定为所述从节点的地址对应的信号强度。

10、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述主节点基于每个所述应答帧对应的信号强度，从每个所述应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址之后，还包括:

所述主节点在对每条所述目标电力线支路均确定出目标地址的情况下，确定出每条所述目标电力线支路对应的目标地址中存在重复的地址，对每条所述

目标电力线支路对应的目标地址进行去重处理;

所述主节点建立所述目标电力线支路和所述目标地址之间的拓扑关系，包括:

所述主节点建立每条所述目标电力线支路和去重处理后的每条所述目标电力线支路对应的目标地址之间的拓扑关系。

11、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述主节点建立所述目标电力线支路和所述目标地址之间的拓扑关系之后，还包括:

所述主节点获得通信报文;

若所述通信报文中目标从节点地址与所述拓扑关系中所述目标地址一致，所述主节点将所述通信报文发送给所述拓扑关系中所述目标电力线支路，以使得所述目标从节点地址对应的从节点从所述目标电力线支路接收所述通信报文，响应所述通信报文，返回所述目标从节点地址对应的从节点对应的数据。

12、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述主节点建立所述目标电力线支路和所述目标地址之间的拓扑关系之后，包括:

所述主节点存储每条所述目标电力线支路和所述目标电力线支路对应的目标地址之间的拓扑关系。

13、一种电力线载波通信装置，其特征在于，包括:

发送模块，用于基于目标电力线支路向所述至少一个从节点发送至少一个调试帧;

接收模块，用于接收所述至少一个调试帧中每个所述调试帧对应的至少一个应答帧，所述应答帧对应所述至少一个从节点中其中一个从节点，所述应答帧至少包含所述从节点的地址;

第一确定模块，用于确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的信号强度;

第二确定模块，用于基于每个所述应答帧对应的信号强度，从每个所述应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址;

建立模块，用于建立所述目标电力线支路和所述目标地址之间的拓扑关系。

14、一种光伏系统，其特征在于，包括: 至少一个主节点和至少一个从节点，所述主节点包括逆变器，所述从节点包括汇流箱或优化器;

所述逆变器，用于：

基于目标电力线支路向所述逆变器对应的汇流箱或优化器发送至少一个调试帧；

接收所述至少一个调试帧中每个所述调试帧对应的至少一个应答帧，所述应答帧对应所述逆变器对应的其中一个汇流箱或优化器，所述应答帧至少包含所述汇流箱或优化器的地址；

确定每个所述调试帧对应的至少一个应答帧中每个所述应答帧对应的信号强度；

基于每个所述应答帧对应的信号强度，从每个所述应答帧对应的汇流箱或优化器的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址；

建立所述目标电力线支路和所述目标地址之间的拓扑关系；

所述汇流箱或所述优化器，用于响应所述调试帧，向所述逆变器返回应答帧。

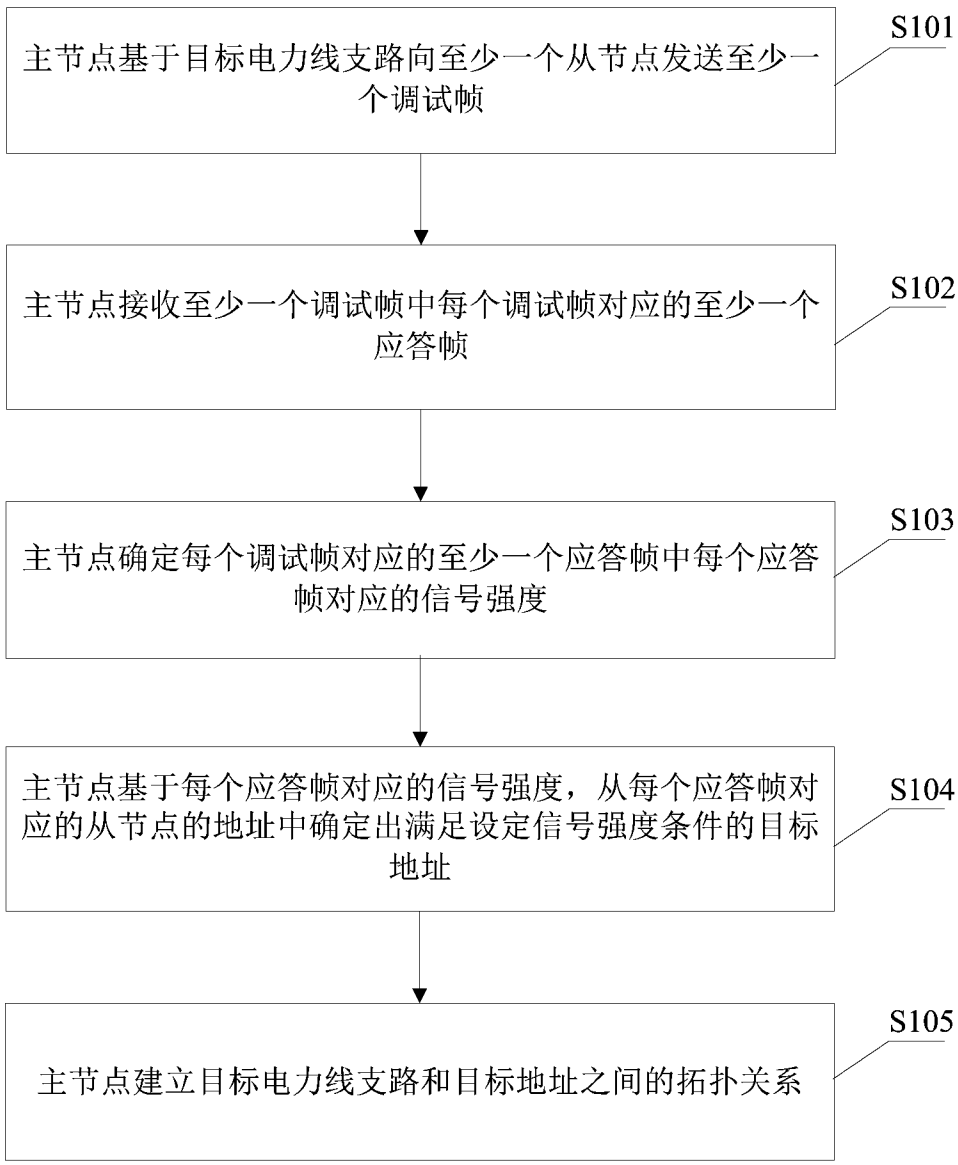
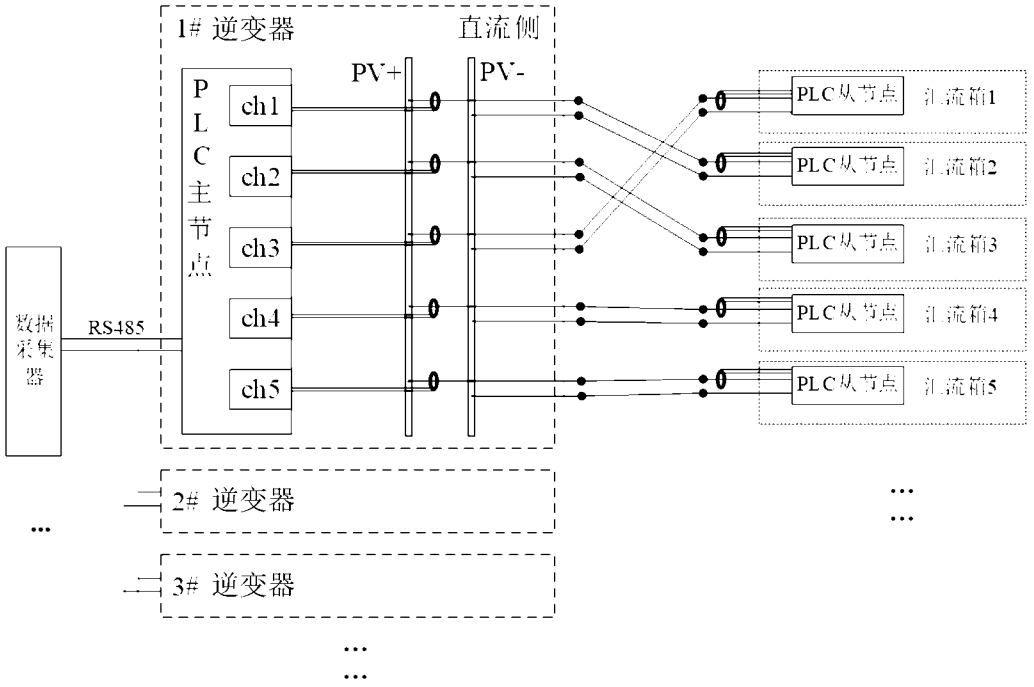
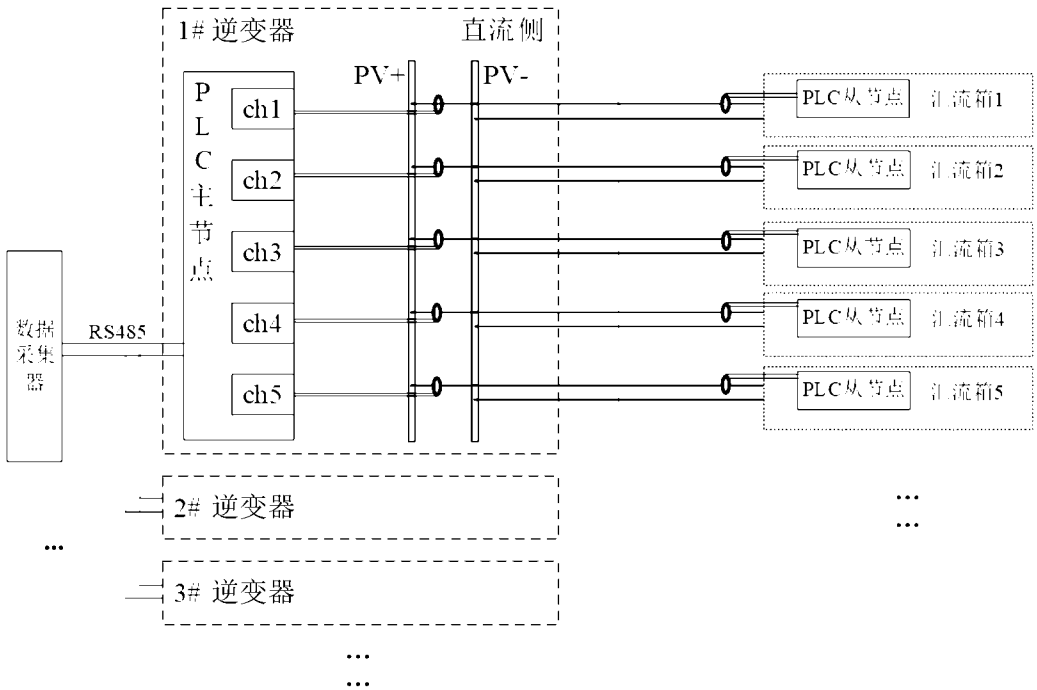

主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧
S101
主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧
S102
主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度
S103
主节点基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址
S104
主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系
S105

图 1


1# 逆变器
直流侧
PV+
PV-
PLC主节点
ch1
ch2
ch3
ch4
ch5
数据采集器
RS485
PLC从节点
汇流箱1
汇流箱2
汇流箱3
汇流箱4
汇流箱5
2# 逆变器
3# 逆变器

（a）


1# 逆变器
直流侧
PV+
PV-
PLC主节点
ch1
ch2
ch3
ch4
ch5
数据采集器
RS485
PLC从节点
汇流箱1
汇流箱2
汇流箱3
汇流箱4
汇流箱5
2# 逆变器
3# 逆变器

（b）

图 2

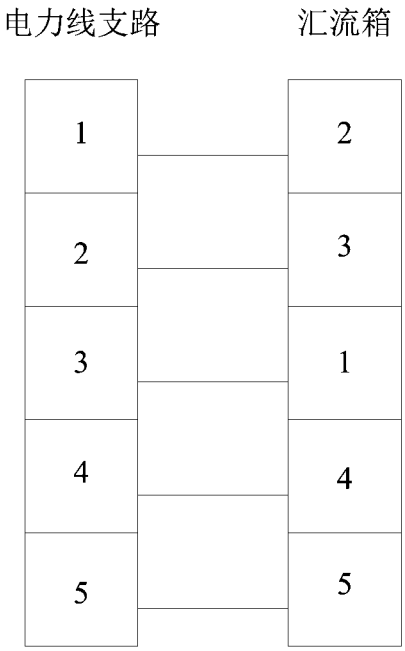
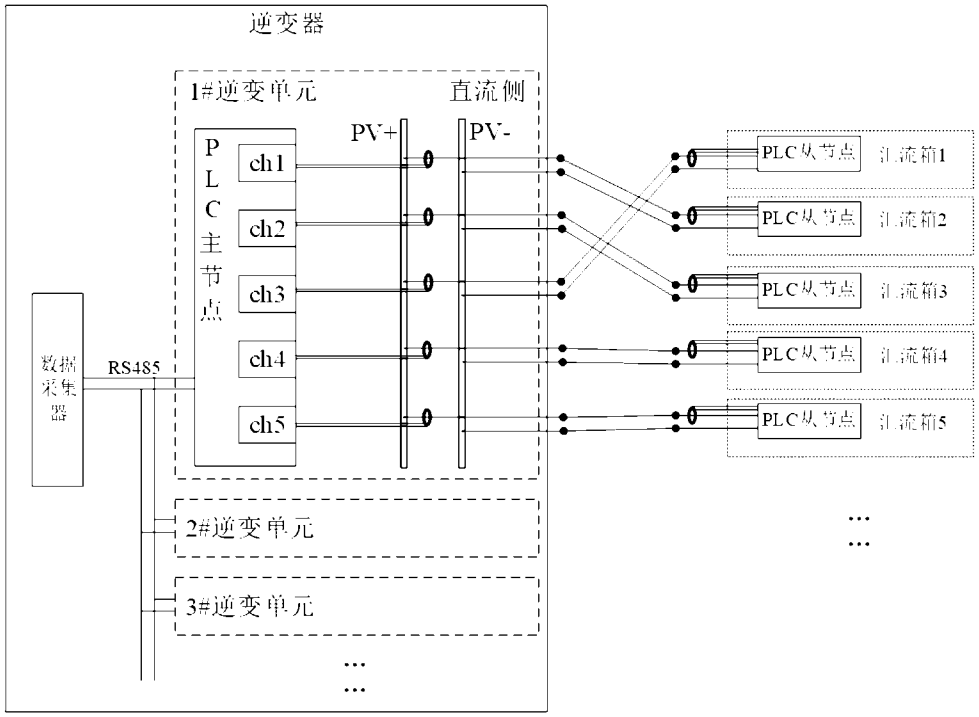
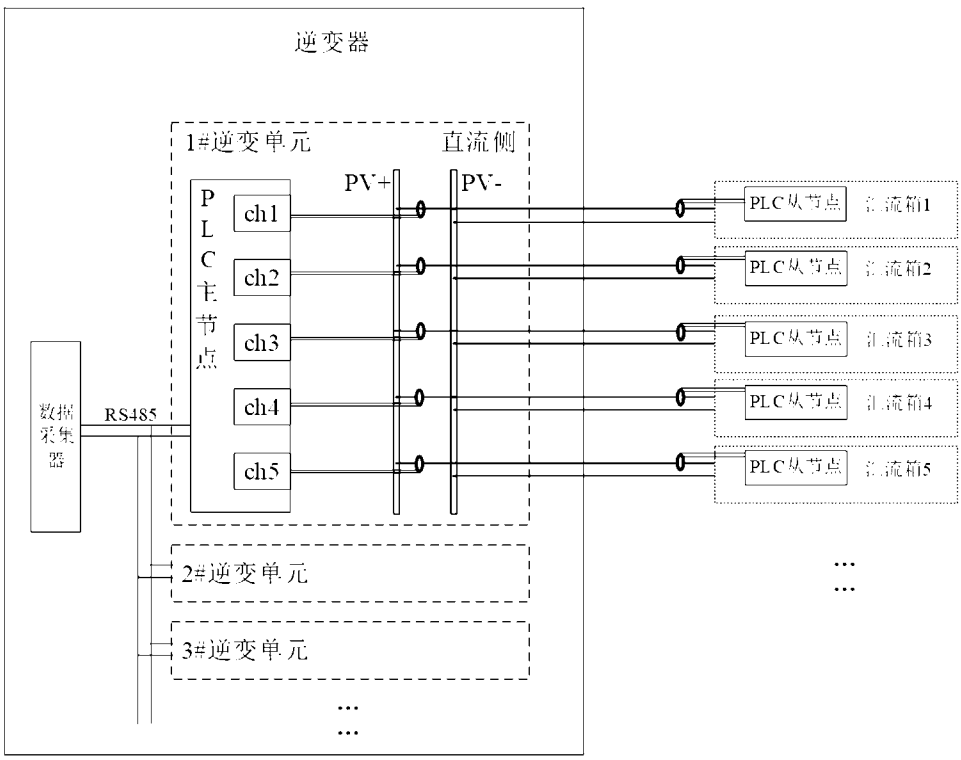


图 3

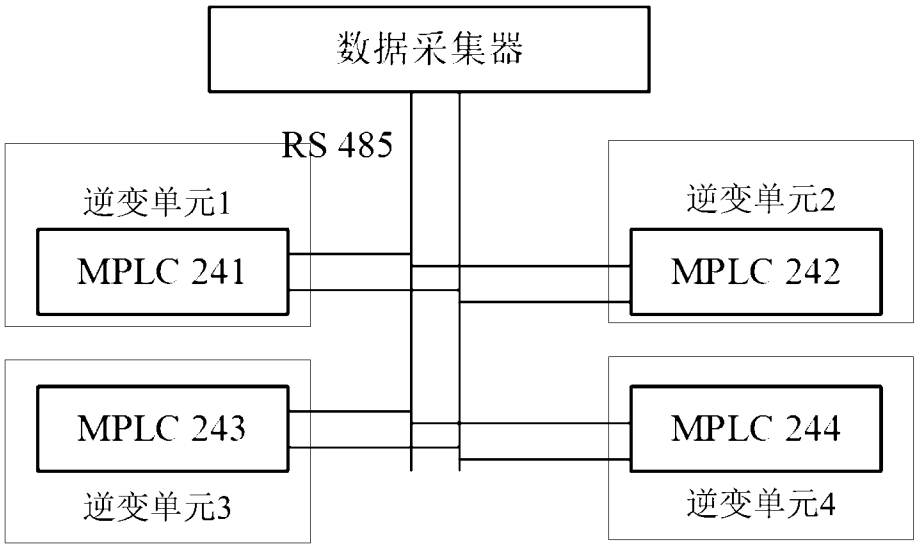

逆变器
1#逆变单元
直流侧
PV+
PV-
PLC主节点
ch1
ch2
ch3
ch4
ch5
数据采集器
RS485
PLC从节点
汇流箱1
PLC从节点
汇流箱2
PLC从节点
汇流箱3
PLC从节点
汇流箱4
PLC从节点
汇流箱5
2#逆变单元
3#逆变单元

（a）

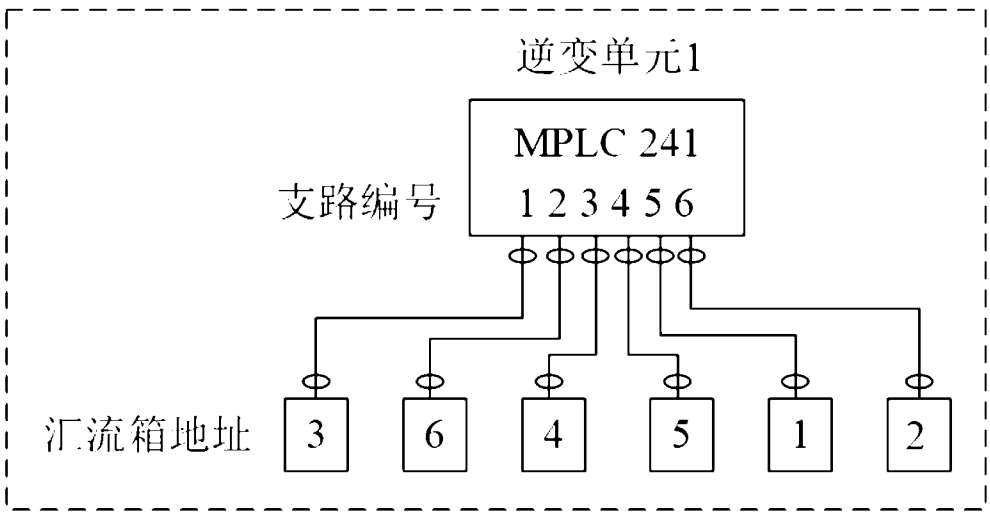

逆变器
1#逆变单元
直流侧
PV+
PV-
PLC主节点
ch1
ch2
ch3
ch4
ch5
数据采集器
RS485
PLC从节点
汇流箱1
PLC从节点
汇流箱2
PLC从节点
汇流箱3
PLC从节点
汇流箱4
PLC从节点
汇流箱5
2#逆变单元
3#逆变单元

（b）

图 4


数据采集器
RS 485
逆变单元1
MPLC 241
逆变单元2
MPLC 242
MPLC 243
逆变单元3
MPLC 244
逆变单元4

（a）


逆变单元1
MPLC 241
1 2 3 4 5 6
支路编号
汇流箱地址
3
6
4
5
1
2

（b）

图 5

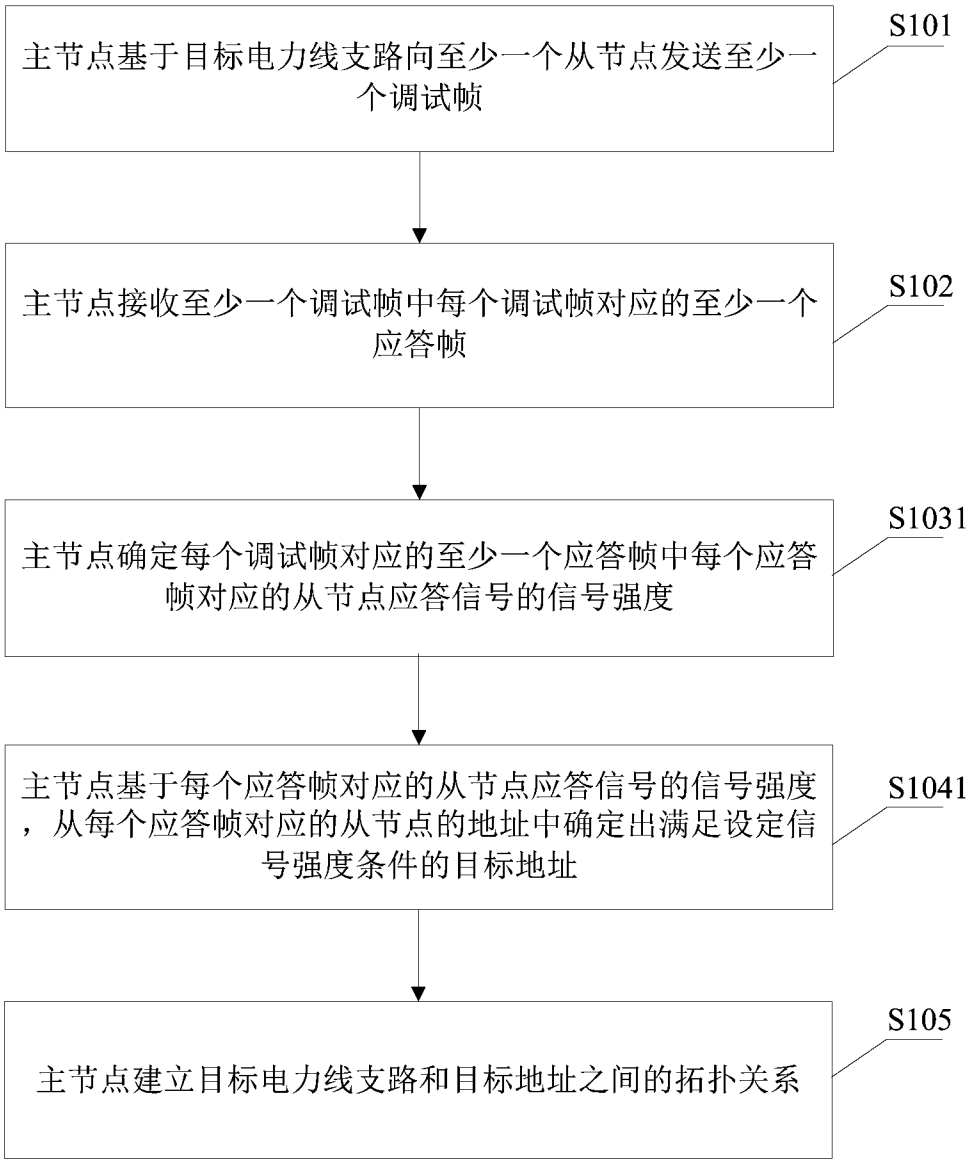

主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧
S101
主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧
S102
主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的从节点应答信号的信号强度
S1031
主节点基于每个应答帧对应的从节点应答信号的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址
S1041
主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系
S105

图 6

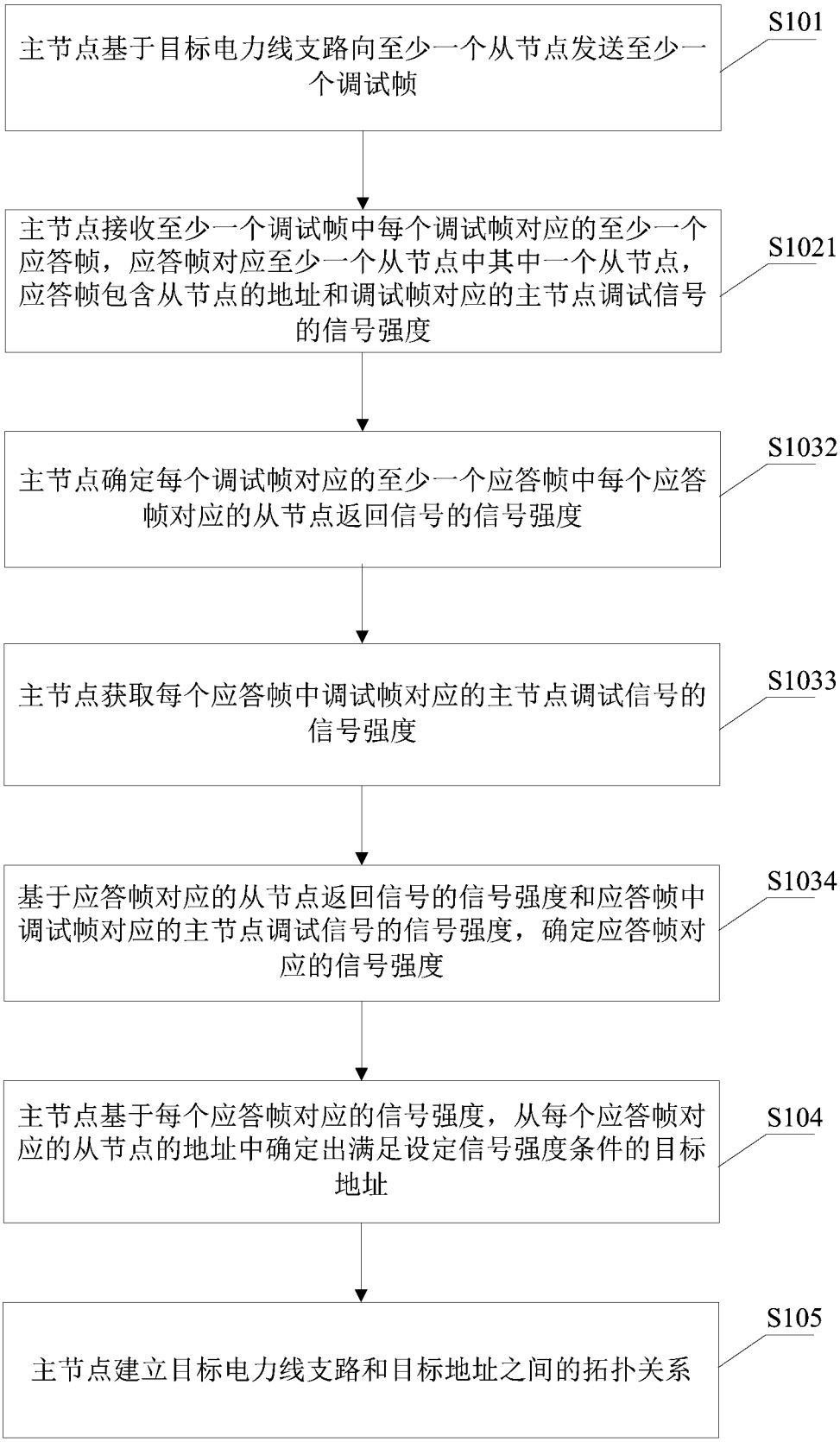

主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧
S101
主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧，应答帧对应至少一个从节点中其中一个从节点，应答帧包含从节点的地址和调试帧对应的主节点调试信号的信号强度
S1021
主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的从节点返回信号的信号强度
S1032
主节点获取每个应答帧中调试帧对应的主节点调试信号的信号强度
S1033
基于应答帧对应的从节点返回信号的信号强度和应答帧中调试帧对应的主节点调试信号的信号强度，确定应答帧对应的信号强度
S1034
主节点基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址
S104
主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系
S105

图 7

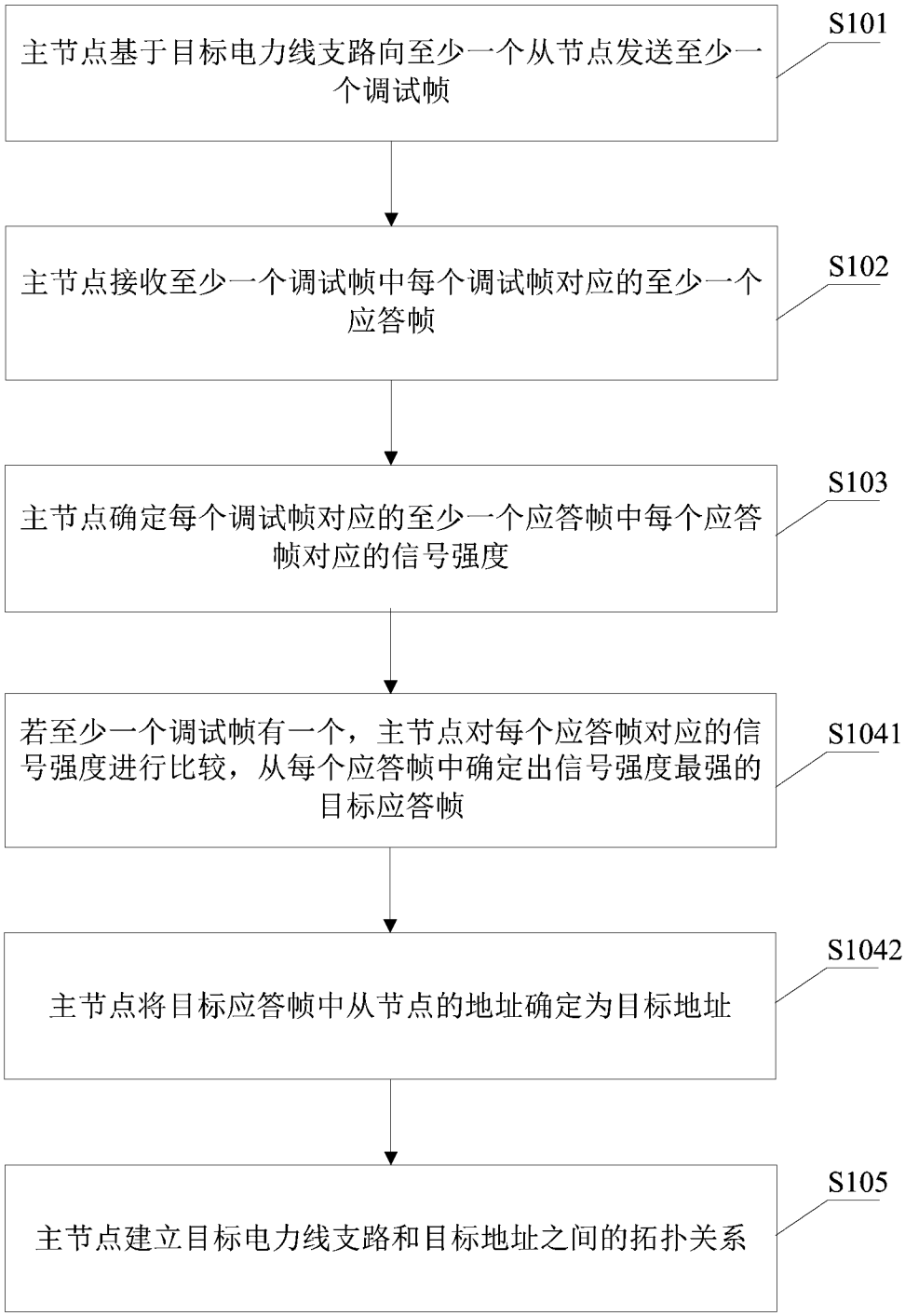

主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧
S101
主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧
S102
主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度
S103
若至少一个调试帧有一个，主节点对每个应答帧对应的信号强度进行比较，从每个应答帧中确定出信号强度最强的目标应答帧
S1041
主节点将目标应答帧中从节点的地址确定为目标地址
S1042
主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系
S105

图 8

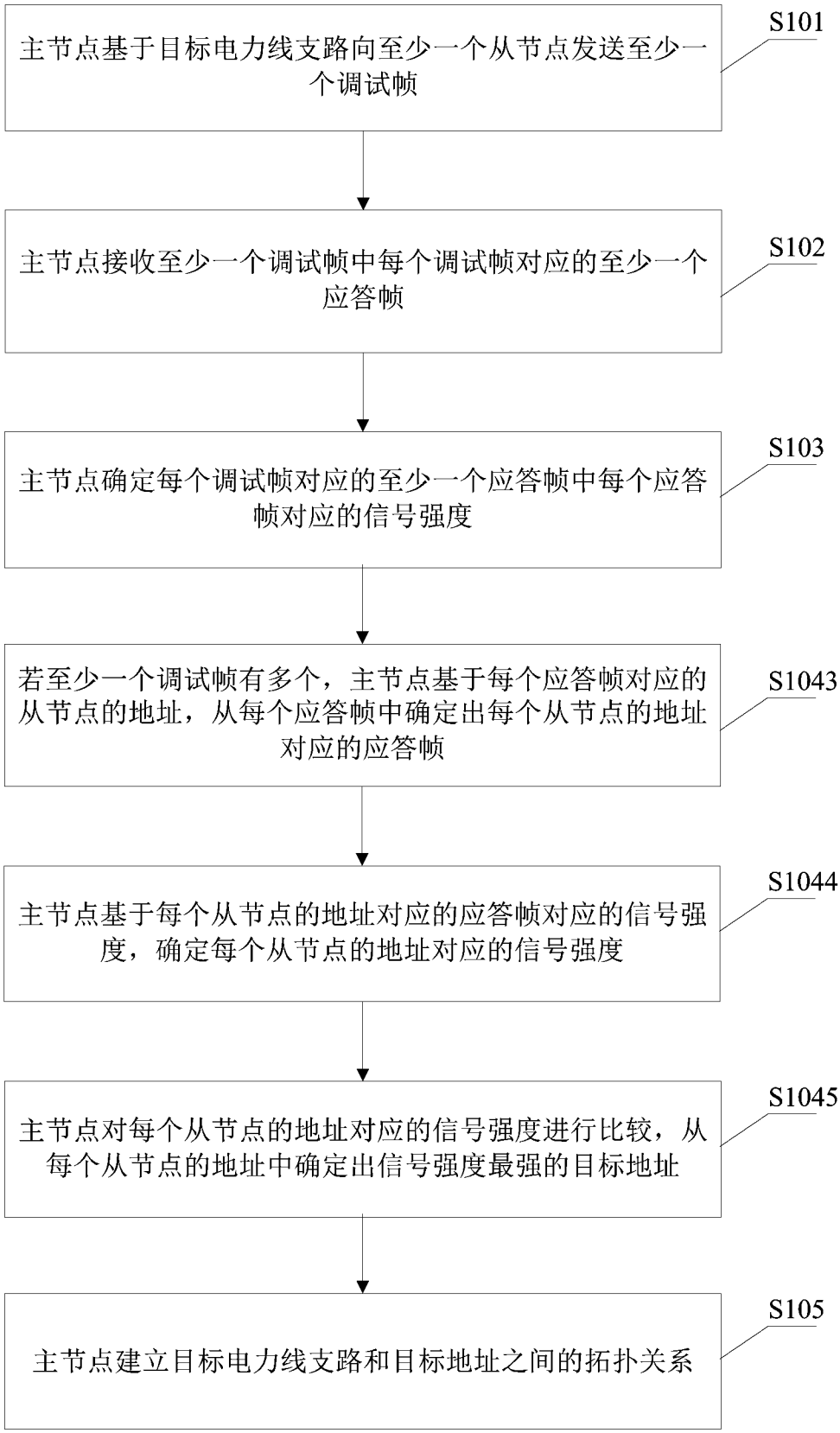

主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧
S101
主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧
S102
主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度
S103
若至少一个调试帧有多个，主节点基于每个应答帧对应的从节点的地址，从每个应答帧中确定出每个从节点的地址对应的应答帧
S1043
主节点基于每个从节点的地址对应的应答帧对应的信号强度，确定每个从节点的地址对应的信号强度
S1044
主节点对每个从节点的地址对应的信号强度进行比较，从每个从节点的地址中确定出信号强度最强的目标地址
S1045
主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系
S105

图 9

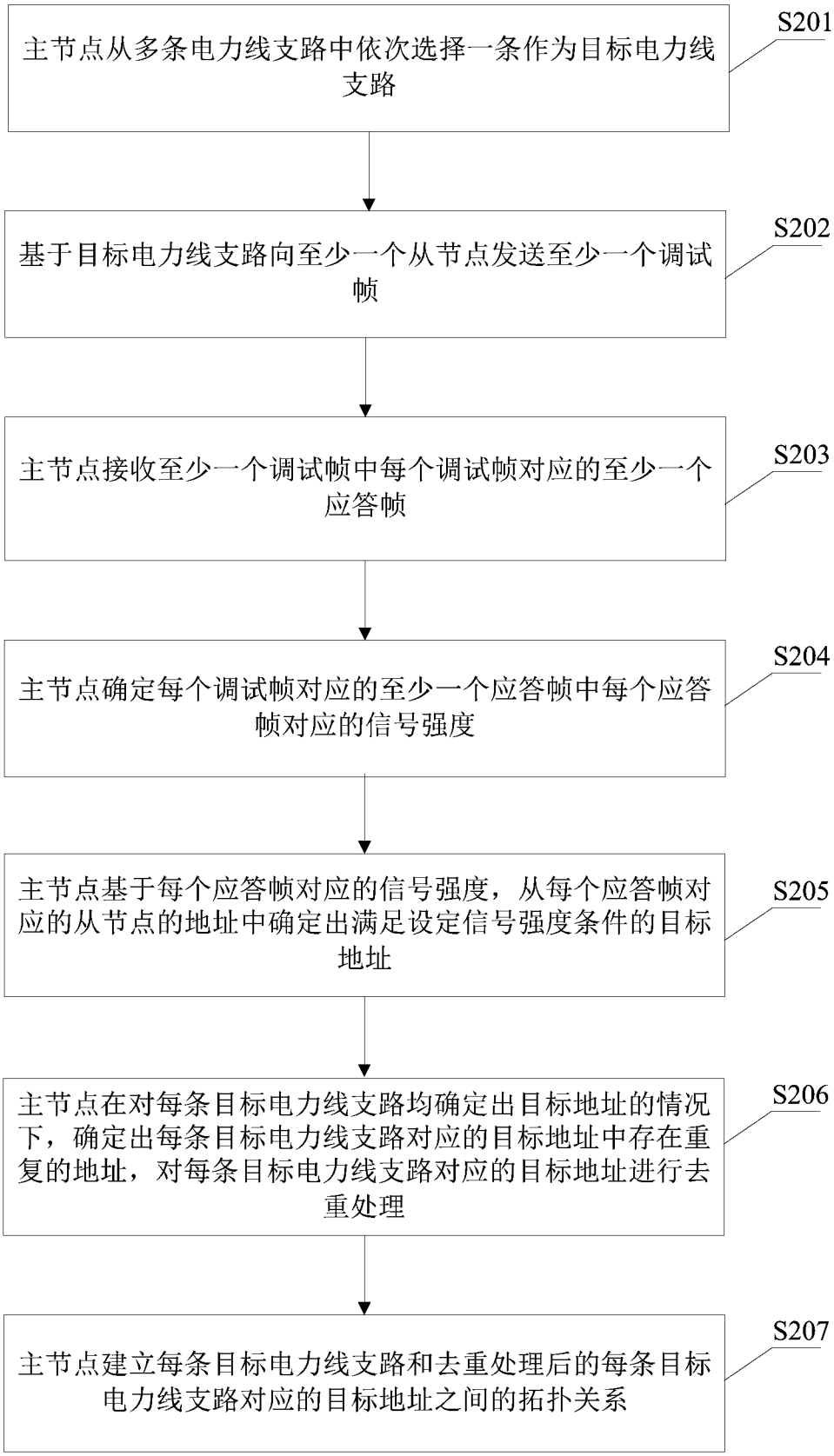

主节点从多条电力线支路中依次选择一条作为目标电力线支路
S201
基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧
S202
主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧
S203
主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度
S204
主节点基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址
S205
主节点在对每条目标电力线支路均确定出目标地址的情况下，确定出每条目标电力线支路对应的目标地址中存在重复的地址，对每条目标电力线支路对应的目标地址进行去重处理
S206
主节点建立每条目标电力线支路和去重处理后的每条目标电力线支路对应的目标地址之间的拓扑关系
S207

图 10

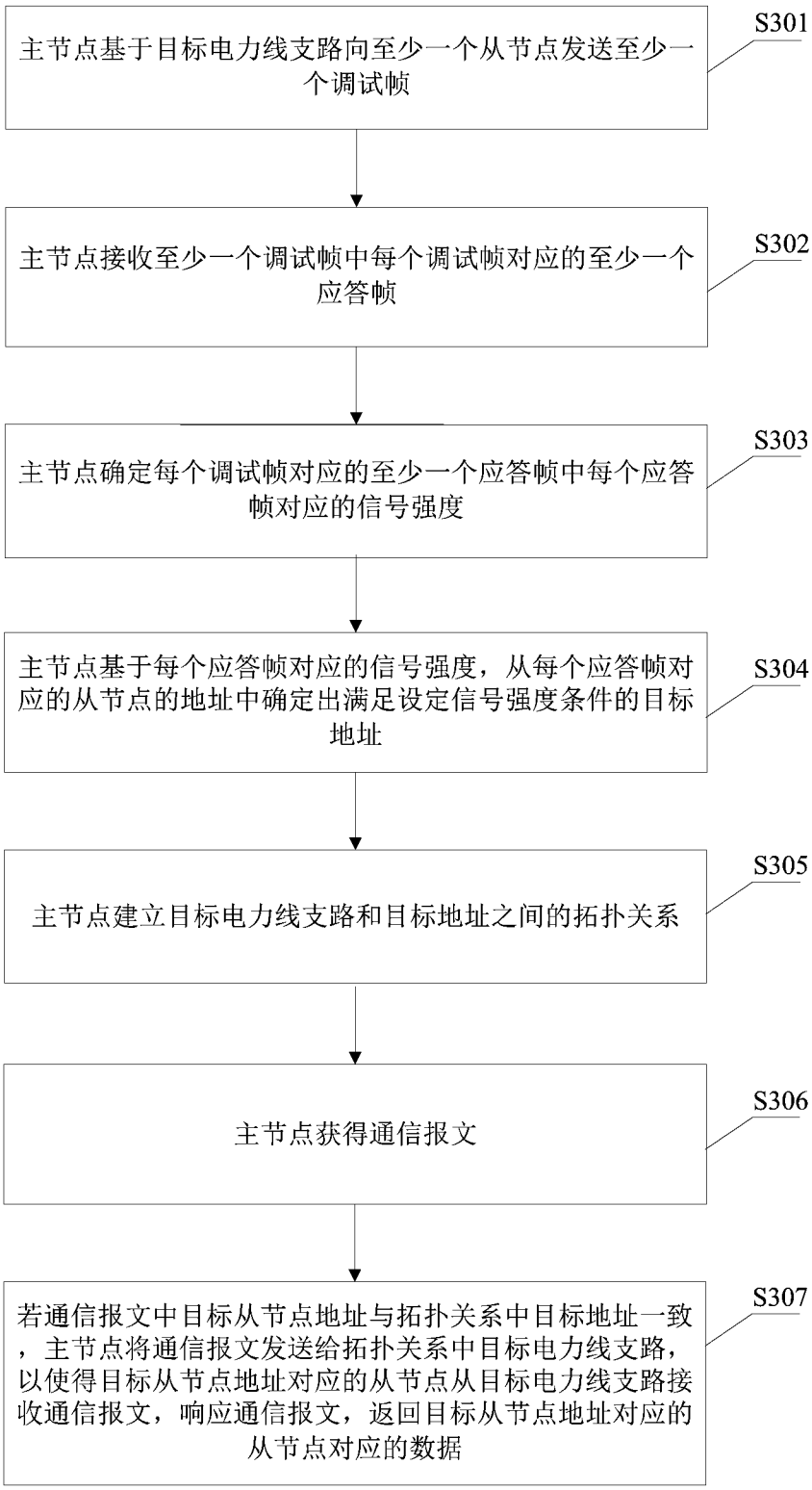

主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧
S301
主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧
S302
主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度
S303
主节点基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址
S304
主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系
S305
主节点获得通信报文
S306
若通信报文中目标从节点地址与拓扑关系中目标地址一致，主节点将通信报文发送给拓扑关系中目标电力线支路，以使得目标从节点地址对应的从节点从目标电力线支路接收通信报文，响应通信报文，返回目标从节点地址对应的从节点对应的数据
S307

图 11

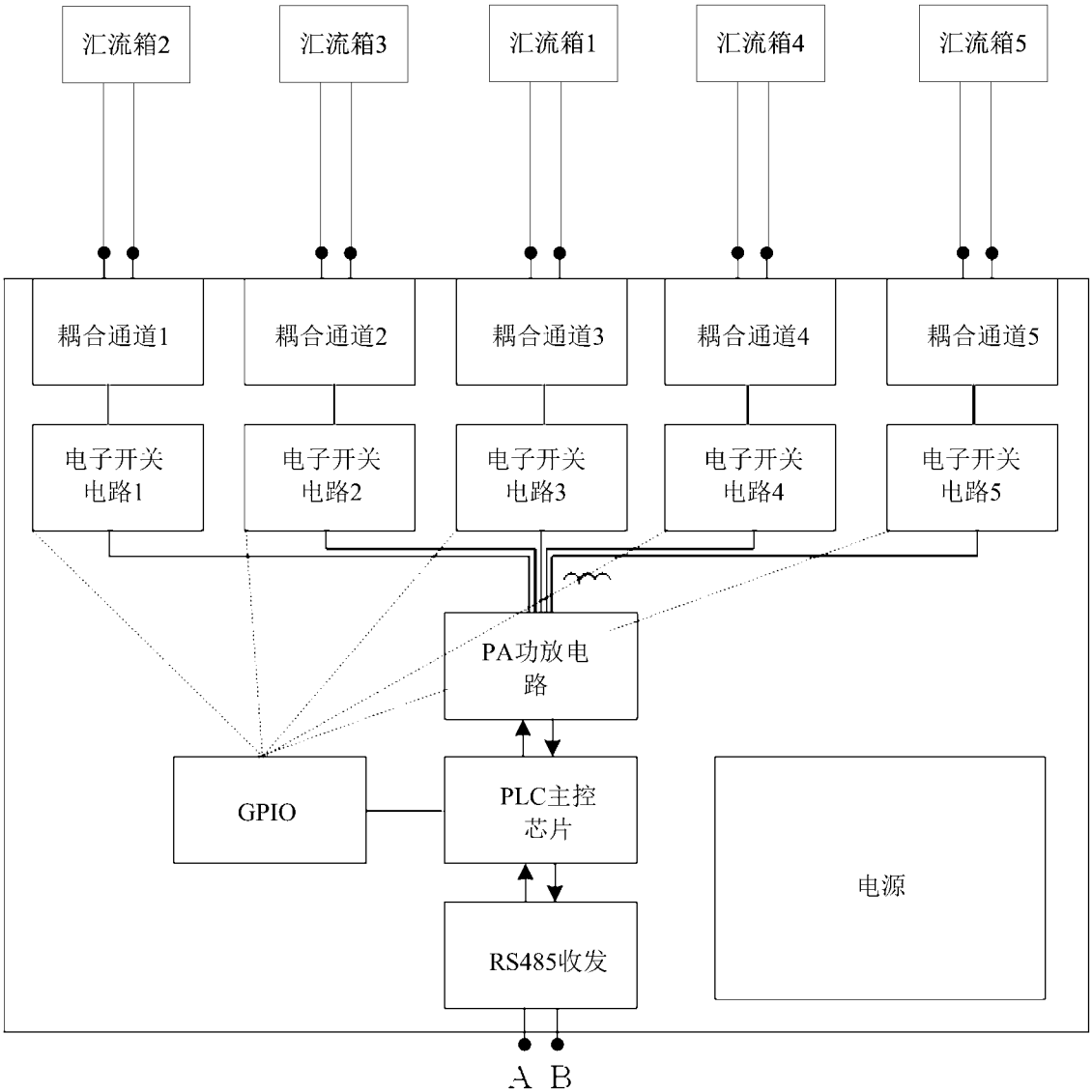

汇流箱2
汇流箱3
汇流箱1
汇流箱4
汇流箱5
耦合通道1
耦合通道2
耦合通道3
耦合通道4
耦合通道5
电子开关电路1
电子开关电路2
电子开关电路3
电子开关电路4
电子开关电路5
PA功放电路
GPIO
PLC主控芯片
电源
RS485收发
A B

图 12

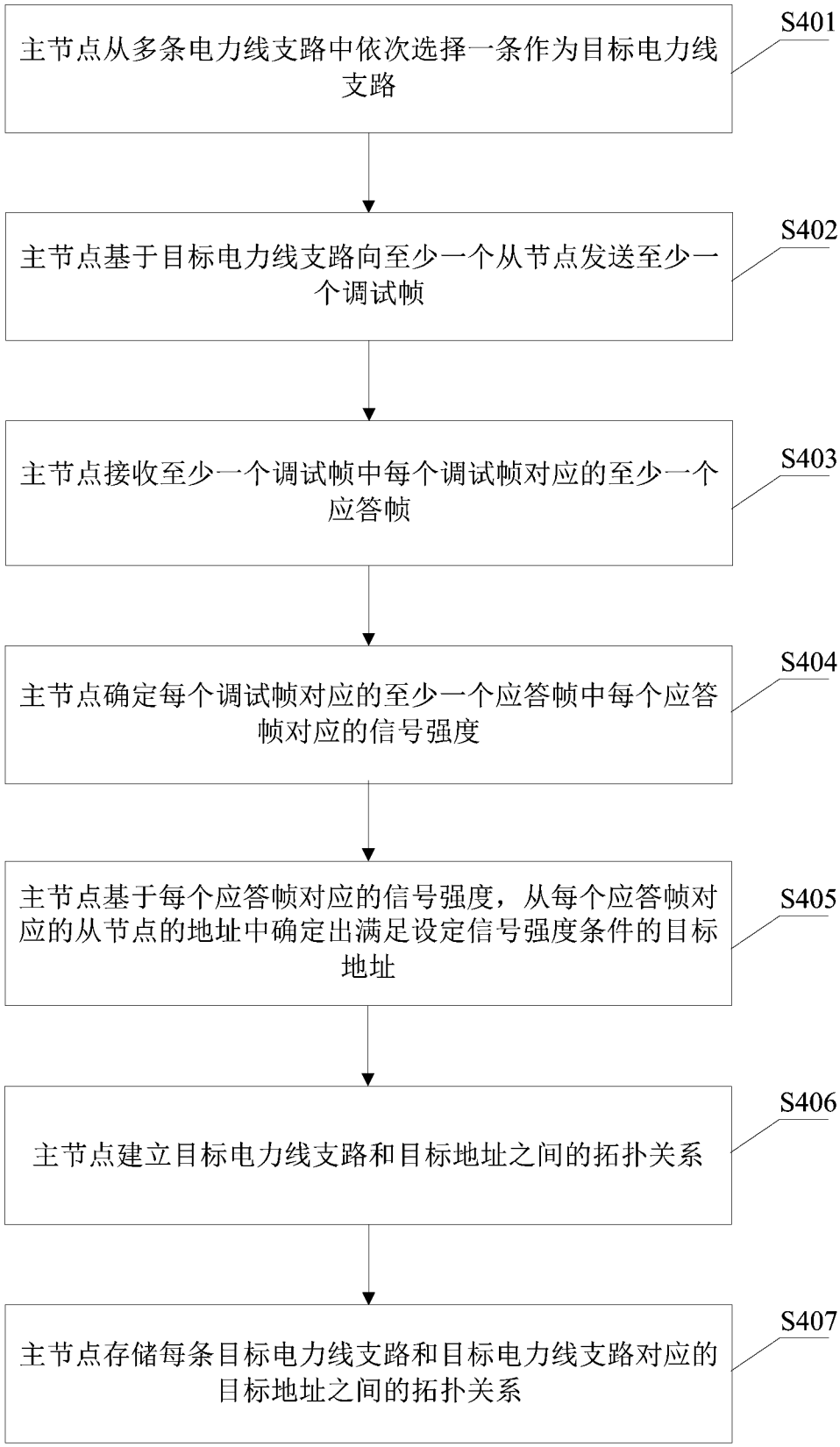

主节点从多条电力线支路中依次选择一条作为目标电力线支路
S401
主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧
S402
主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧
S403
主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度
S404
主节点基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址
S405
主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系
S406
主节点存储每条目标电力线支路和目标电力线支路对应的目标地址之间的拓扑关系
S407

图 13

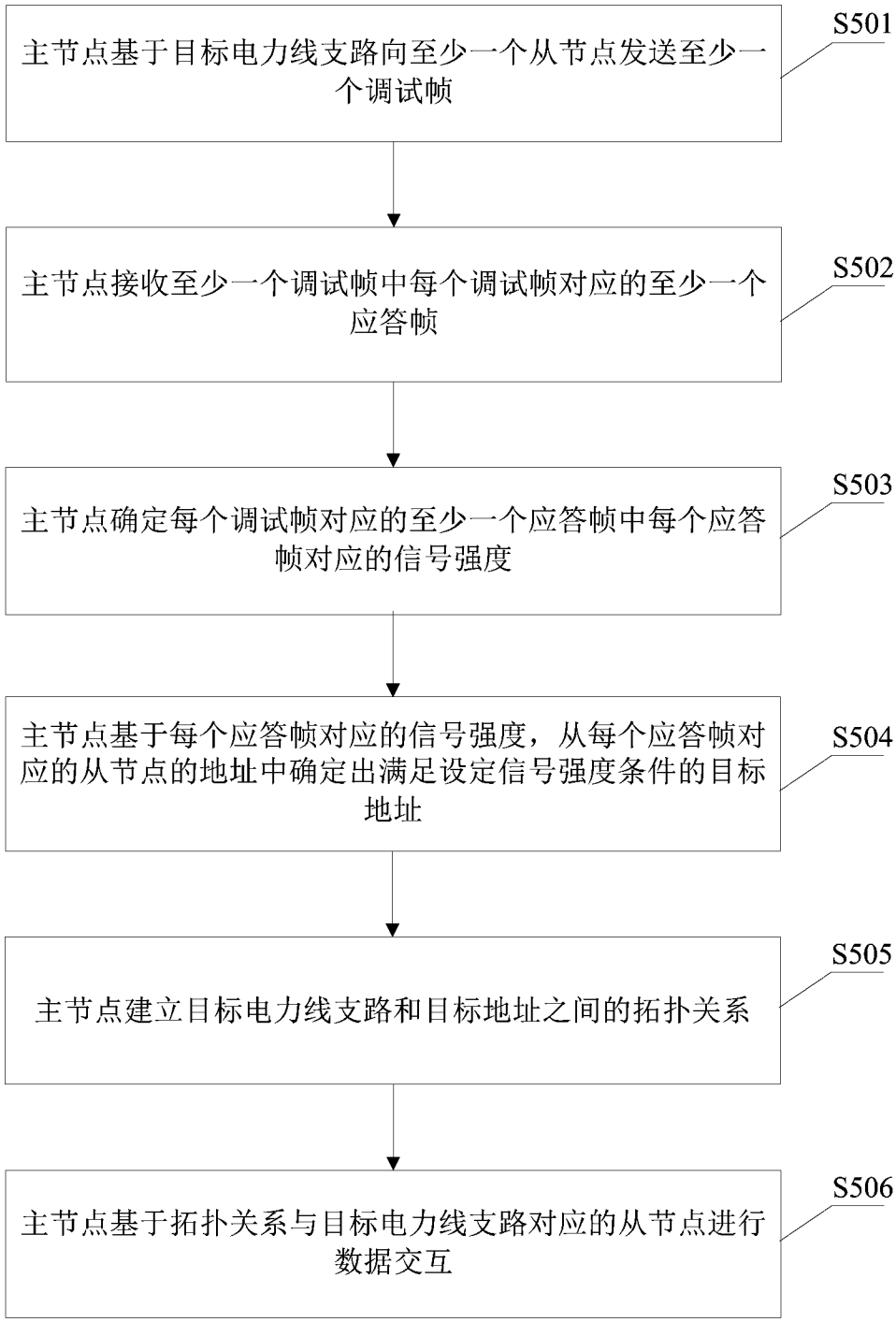

主节点基于目标电力线支路向至少一个从节点发送至少一个调试帧
S501
主节点接收至少一个调试帧中每个调试帧对应的至少一个应答帧
S502
主节点确定每个调试帧对应的至少一个应答帧中每个应答帧对应的信号强度
S503
主节点基于每个应答帧对应的信号强度，从每个应答帧对应的从节点的地址中确定出满足设定信号强度条件的目标地址
S504
主节点建立目标电力线支路和目标地址之间的拓扑关系
S505
主节点基于拓扑关系与目标电力线支路对应的从节点进行数据交互
S506

图 14

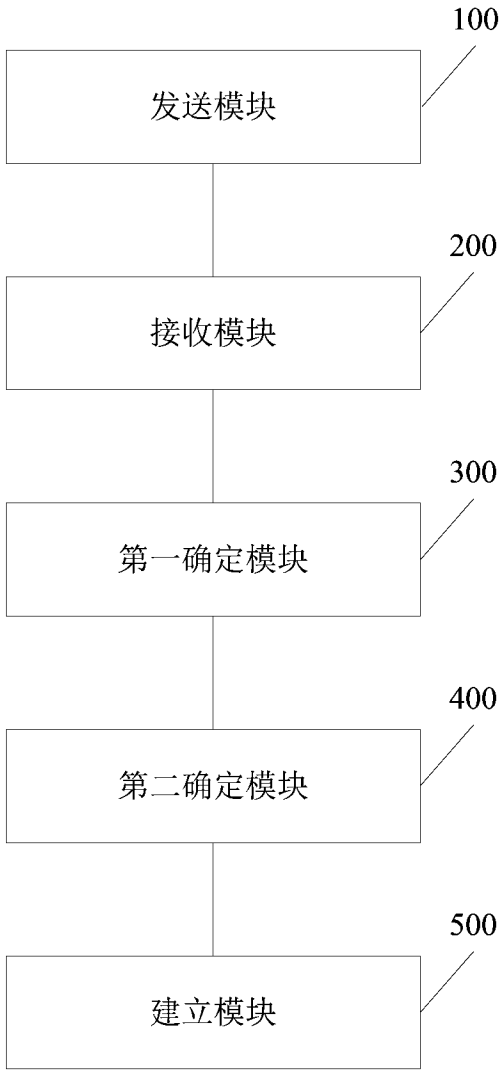


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/111131

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L61/5046(2022.01)i; H04B3/54(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)

IPC:H04L H04B

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)

CNTXT, ENTXT, VEN, CNKI: 光伏, 电力线, 主节点, 从节点, 答复, 应答, 地址, 信号强度, 调试帧, 测试帧, 支路, photovoltaic, power line, master node, main node, slave node, secondary node, debug+, frame, response, signal strength, address, topological

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 115767768 A (XIAMEN HUASHU ELECTRIC POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 March 2023 (2023-03-07) claim 1	1-14
Y	CN 112737639 A (SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.) 30 April 2021 (2021-04-30) abstract	1-14
A	CN 103337142 A (CHANGSHA WILLFAR INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 October 2013 (2013-10-02) entire document	1-14
A	CN 114422480 A (SHENZHEN HOPEWIND ELECTRIC CO., LTD.) 29 April 2022 (2022-04-29) entire document	1-14
A	US 2021297283 A1 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 23 September 2021 (2021-09-23) entire document	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 November 2023	**21 November 2023**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/111131

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 115767768 A	07 March 2023	None	
CN 112737639 A	30 April 2021	None	
CN 103337142 A	02 October 2013	None	
CN 114422480 A	29 April 2022	None	
US 2021297283 A1	23 September 2021	JP 2021150732 A	27 September 2021

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/111131

A. 主题的分类

H04L61/5046(2022.01)i；H04B3/54(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)

IPC:H04L H04B

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））

CNTXT,ENTXT,VEN,CNKI:光伏,电力线,主节点,从节点,答复,应答,地址,信号强度,调试帧,测试帧,支路, photovoltaic, power line, master node, main node, slave node, secondary node, debug+, frame, response, signal strength, address, topological

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
Y	CN 115767768 A (厦门华数电力科技有限公司) 2023年3月7日 (2023 - 03 - 07) 权利要求1	1-14
Y	CN 112737639 A (阳光电源股份有限公司) 2021年4月30日 (2021 - 04 - 30) 说明书摘要	1-14
A	CN 103337142 A (长沙威胜信息技术有限公司) 2013年10月2日 (2013 - 10 - 02) 全文	1-14
A	CN 114422480 A (深圳市禾望电气股份有限公司) 2022年4月29日 (2022 - 04 - 29) 全文	1-14
A	US 2021297283 A1 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 2021年9月23日 (2021 - 09 - 23) 全文	1-14

☐ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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	国际检索报告邮寄日期
2023年11月14日	2023年11月21日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	受权官员 易水英 电话号码 (+86) 010-53961754

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/111131

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	115767768	A	2023年3月7日	无			
CN	112737639	A	2021年4月30日	无			
CN	103337142	A	2013年10月2日	无			
CN	114422480	A	2022年4月29日	无			
US	2021297283	A1	2021年9月23日	JP	2021150732	A	2021年9月27日