(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
2025 年 6 月 5 日 (05.06.2025)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2025/112183 A1

(51) 国际专利分类号:
H04B 3/54 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/073411

(22) 国际申请日: 2024 年 1 月 22 日 (22.01.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202311648420.6 2023年11月29日 (29.11.2023) 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 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 230088 (CN)。 王振 (**WANG, Zhen**); 中国安徽省合肥市高新区习友路1699号 230088 (CN)。 罗静 (**LUO, Jing**); 中国安徽省合肥市高新区习友路1699号 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 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, 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。

(54) **Title:** COMMUNICATION CONTROL METHOD AND APPARATUS, HOST DEVICE, SLAVE DEVICE, AND PHOTOVOLTAIC SYSTEM

(54) 发明名称: 通信控制方法、装置、主机设备、从机设备和光伏系统

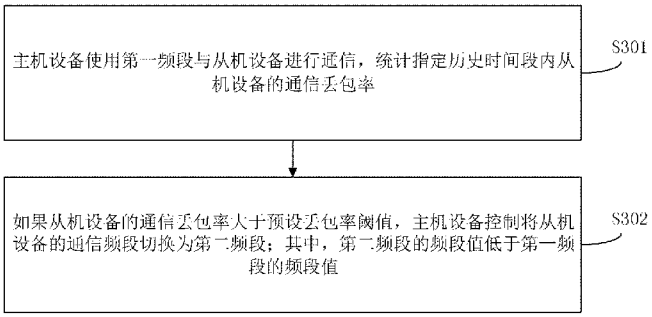


图 3

S301 A host device communicates with a slave device by using a first band, and collects statistics about the communication packet loss rate of the slave device within a specified historical time period

S302 If the communication packet loss rate of the slave device is greater than a preset packet loss rate threshold, the host device controls the communication band of the slave device to switch to a second band, wherein the band value of the second band is lower than that of the first band

(57) **Abstract:** A communication control method and apparatus, a host device, a slave device, and a photovoltaic system. The communication control method is applied to the photovoltaic system, and the host device is connected to the slave device by means of a power cable. The communication control method comprises: the host device communicates with the slave device by using a first band, and collects statistics about the communication packet loss rate of the slave device within a specified historical time period; and if the communication packet loss rate of the slave device is greater than a preset packet loss rate threshold, the host device controls the communication band of the slave device to switch to a second band, wherein the band value of the second band is lower than that of the first band. The host device uses a low-frequency band to communicate with the slave device, reducing the packet loss rate of communication, improving the stability of communication quality.

WO 2025/112183 A1

[见续页]

(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))。

(57) 摘要: 一种通信控制方法、装置、主机设备、从机设备和光伏系统。通信控制方法应用于光伏系统，主机设备与从机设备通过电力线缆连接。通信控制方法包括：主机设备使用第一频段与从机设备进行通信，统计指定历史时间段内从机设备的通信丢包率；如果从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制从机设备的通信频段切换为第二频段，第二频段的频段值低于第一频段的频段值。主机设备使用低频频段与从机设备进行通信，降低了通信的丢包率，提高了通信质量的稳定性。

通信控制方法、装置、主机设备、从机设备和光伏系统

本申请要求于2023年11月29日提交中国专利局、申请号为CN202311648420.6、发明名称为“通信控制方法、装置、主机设备、从机设备和光伏系统”的国内申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及电力技术领域，尤其是涉及一种通信控制方法、装置、主机设备、从机设备和光伏系统。

背景技术

PLC（Power Line Communication，电力线载波通信）的通信媒介是电力线缆。电力线缆中存在噪声，噪声会使通信信号产生损失，同时电力线缆的类型和材质也会对通信信号产生影响。如果通信两端的设备距离较远，电力线缆的长度较长，PLC通信信号的衰减较大，导致丢包率过高，通信质量不稳定。

发明内容

有鉴于此，本发明的目的在于提供一种通信控制方法、装置、主机设备、从机设备和光伏系统，以降低通信的丢包率，提高通信质量的稳定性。

第一方面，本发明实施例提供了一种通信控制方法，方法应用于光伏系统；光伏系统中，主机设备与从机设备通过电力线缆连接；该方法包括：主机设备使用第一频段与从机设备进行通信，统计指定历史时间段内从机设备的通信丢包率；如果从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将从机设备的通信频段切换为第二频段；其中，第二频段的频段值低于第一频段的频段值。

上述从机设备包括多个；如果从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将第一设备的通信频段切换为第二频段的步骤，包括：如果从机设备中第一设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将第一设备的通信频段切换为第二频段，第一设备以外的从机设备的通信频段保持为第一频段。

如果从机设备中第一设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将第一设备的通信频段切换为第二频段，第一设备以外的从机设备的通信频段保持为第一频段的步骤之后，上述方法还包括：主机设备使用第二频段与第一设备进行通信，使用第一频段与除第一设备以外的从机设备进行通信。

上述主机设备使用第一频段与从机设备进行通信的步骤，包括：主机设备使用第一频段向从机设备发送通信报文，并开始计时；在预设计时时长内，主机设备等待接收从机设备的针对通信报文的回复报文。

上述统计指定历史时间段内从机设备的通信丢包率的步骤，包括：主机设备获取指定历史时间段内，向从机设备发送的通信报文的通信报文量，以及接收到的针对通信报文的回复报文的回复报文量；基于回复报文量与通信报文量的比值，确定从机设备的通信丢包率。

上述主机设备控制将第一设备的通信频段切换为第二频段的步骤，包括：主机设备向第一设备发送频段设置指令；第一设备接收频段设置指令，将第一设备的通信频段切换为第二频段；主机设备保存第一设备关联的设备地址和第二频段的对应关系。

上述主机设备向第一设备发送频段设置指令的步骤之前，上述方法还包括：主机设备生成从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系；其中，在初始状态下，对应关系中的通信频段均为第一频段；主机设备保存第一设备关联的设备地址和第二频段的对应关系的步骤，包括：主机设备在对应关系中，将第一设备关联的设备地址对应的通信频段更新为第二频段。

上述使用第二频段与第一设备进行通信，主机设备使用第一频段与除第一设备以外的从机设备进行通信的步骤，包括：主机设备获取待发送报

文，从待发送报文中提取目标设备地址；从从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系中，确定目标设备地址对应的目标通信频段；其中，对应关系中，第一设备关联的设备地址对应保存第二频段，除第一设备以外的从机设备关联的设备地址对应保存保持第一频段；如果目标通信频段为第一频段，主机设备使用第一频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备；如果目标通信频段为第二频段，主机设备使用第二频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的第一设备。

上述如果目标通信频段为第一频段，主机设备使用第一频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备的步骤，包括：如果目标通信频段为第一频段，主机设备获取主机设备的通信频段；如果通信频段为第二频段，主机设备切换通信频段至第一频段，使用第一频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备。

上述如果目标通信频段为第二频段，使用第二频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的第一设备的步骤，包括：如果目标通信频段为第二频段，主机设备获取主机设备的通信频段；如果通信频段为第一频段，主机设备切换通信频段至第二频段，使用第二频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的第一设备。

上述主机设备还与上位机通信连接；上述方法还包括：主机设备接收上位机下发的关系设置指令，从关系设置指令中获取待设置设备和待设置频段；在对应关系中，将待设置设备关联的设备地址对应的通信频段，更新为待设置频段。

上述主机设备还与光伏系统中的数据采集器通信连接；上述方法还包括：主机设备获取数据采集器发送的广播报文，使用第一频段对广播报文进行广播；使用第一频段的从机设备接收广播报文；主机设备将通信频段从第一频段切换为第二频段，使用第二频段对广播报文进行广播；使用第二频段的从机设备接收广播报文。

第二方面，本发明实施例提供了一种通信控制装置，装置设置于光伏系统；光伏系统中，主机设备与从机设备通过电力线缆连接；该装置包括：第一通信模块，用于主机设备使用第一频段与从机设备进行通信，统计指

定历史时间段内从机设备的通信丢包率；第一控制模块，用于如果从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将从机设备的通信频段切换为第二频段；其中，第二频段的频段值低于第一频段的频段值。

第三方面，本发明实施例提供了一种主机设备，主机设备包括处理器和存储器，存储器存储有能够被处理器执行的机器可执行指令，处理器执行机器可执行指令以实现第一方面任一项的通信控制方法。

第四方面，本发明实施例提供了一种从机设备，从机设备包括处理器和存储器，存储器存储有能够被处理器执行的机器可执行指令；从机设备与第三方面的主机设备通过电力线缆连接。

第五方面，本发明实施例提供了一种光伏系统，光伏系统包括第三方面的主机设备，以及第四方面的从机设备；主机设备使用第一频段与从机设备进行通信，统计指定历史时间段内从机设备的通信丢包率；如果从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将从机设备的通信频段切换为第二频段；其中，第二频段的频段值低于第一频段的频段值。

上述主机设备与数据采集器连接；从机设备与逆变器连接。

上述从机设备包括多个；如果从机设备中第一设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将第一设备的通信频段切换为第二频段，第一设备以外的从机设备的通信频段保持为第一频段。

上述主机设备使用第二频段与第一设备进行通信，使用第一频段与除第一设备以外的从机设备进行通信。

上述主机设备使用第一频段向从机设备发送通信报文，并开始计时；在预设计时时长内，主机设备等待接收从机设备的针对通信报文的回复报文。

上述主机设备获取指定历史时间段内，向从机设备发送的通信报文的通信报文量，以及接收到的针对通信报文的回复报文的回复报文量；基于回复报文量与通信报文量的比值，确定从机设备的通信丢包率。

上述主机设备向第一设备发送频段设置指令；第一设备接收频段设置指令，将第一设备的通信频段切换为第二频段；主机设备保存第一设备关联的设备地址和第二频段的对应关系。

上述主机设备生成从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系；其中，在初始状态下，对应关系中的通信频段均为第一频段；主机设备向第一设备发送频段设置指令后，主机设备在对应关系中，将第一设备关联的设备地址对应的通信频段更新为第二频段。

上述主机设备获取待发送报文，从待发送报文中提取目标设备地址；从从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系中，确定目标设备地址对应的目标通信频段；其中，对应关系中，第一设备关联的设备地址对应保存第二频段，除第一设备以外的从机设备关联的设备地址对应保存第一频段；如果目标通信频段为第一频段，主机设备使用第一频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备；如果目标通信频段为第二频段，主机设备使用第二频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的第一设备。

上述如果目标通信频段为第一频段，主机设备获取主机设备的通信频段；如果通信频段为第二频段，主机设备切换通信频段至第一频段，使用第一频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备。

上述如果目标通信频段为第二频段，主机设备获取主机设备的通信频段；如果通信频段为第一频段，主机设备切换通信频段至第二频段，使用第二频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的第一设备。

上述主机设备还与上位机通信连接；主机设备接收上位机下发的关系设置指令，从关系设置指令中获取待设置设备和待设置频段；在对应关系中，将待设置设备关联的设备地址对应的通信频段，更新为待设置频段。

上述主机设备还与光伏系统中的数据采集器通信连接；主机设备获取数据采集器发送的广播报文，使用第一频段对广播报文进行广播；使用第一频段的从机设备接收广播报文；主机设备将通信频段从第一频段切换为第二频段，使用第二频段对广播报文进行广播；使用第二频段的从机设备接收广播报文。

本发明实施例带来了以下有益效果：

上述通信控制方法、装置、主机设备、从机设备和光伏系统，其中，方法应用于光伏系统；光伏系统中，主机设备与从机设备通过电力线缆连

接；该方法包括：主机设备使用第一频段与从机设备进行通信，统计指定历史时间段内从机设备的通信丢包率；如果从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将从机设备的通信频段切换为第二频段；其中，第二频段的频段值低于第一频段的频段值。

该方式中，当主机设备与从机设备进行通信时，如果从机设备的通信丢包率较高，则自动将该从机设备的通信频段切换为低频频段，主机设备使用低频频段与从机设备进行通信，降低了通信的丢包率，提高了通信质量的稳定性。

本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举较佳实施例，并配合所附附图，作详细说明如下。

附图说明

为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施方式，对于本领域技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本发明实施例提供的一种电力线缆的类型的示意图；

图 2 为本发明实施例提供的一种方阵内通信网络的示意图；

图 3 为本发明实施例提供的一种通信控制方法的流程图；

图 4 为本发明实施例提供的一种主机设备和从机设备连接方式的示意图；

图 5 为本发明实施例提供的一种设备地址和通信频段的对应关系的示意图；

图 6 为本发明实施例提供的一种根据丢包率反馈建立对应关系的流程图；

图 7 为本发明实施例提供的一种主机设备发送通信报文的流程图；

图 8 为本发明实施例提供的一种通信控制装置的结构示意图；

图 9 为本发明实施例提供的一种主机设备的示意图；

图 10 为本发明实施例提供的一种光伏系统的结构示意图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域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，都属于本发明保护的范围。

相关技术中，由于可以节省掉通信电缆和人力单独铺设的成本，PLC（Power Line Communication，电力线载波通信）逐渐取代了传统的逆变器 RS485 通信方式，成为光伏逆变器在场站内主流通信方式。PLC 网络有多种频段可供选择，按照频率范围主要分两种：高频（如 2-6MHz）和低频（如 0.3-2Mhz）。

PLC 带来了通信便捷，但是，也带来了通讯的不稳定性。

一方面，由于通信媒介使用的是逆变器的电力线缆，上面充斥了电网和逆变器的噪声，电力线缆的类型和材质也带来较大挑战，电力线缆通常可以分为：单芯铜、单芯铝、多芯铜、多芯铝。如图 1 所示，多芯线由于捆绑在一起，PLC 信号损失小；单芯线由于 ABC 三根线是完全分开的，如果捆扎不规范的话，会导致有的逆变器节点 PLC 信号损失较大。

另一方面，由于部分电站的施工建设位置造成逆变器距离过远，最终导致 PLC 信号衰减大，出现 PLC 通信不稳定，丢包率过高等问题。

特别的，在山地电站的建设过程中，由于地形限制，陡峭峻岭，施工困难，经常会出现同一个方阵内，个别台逆变器在山脚下或山坡另一边，距离超过施工规范的建议距离，此时方阵使用的频段可能丢包率过高或逆变器离线，形成信息孤岛。如图 2 所示，一个方阵内的通信网络由数据采集器 Logger 和多台逆变器组成，PLC 主机设备内置于 Logger 当中，PLC

从机设备内置于逆变器当中，逆变器 INV2 距离 logger 过远，造成 PLC 衰减过大。

对于上面两种信号衰减大的问题，通常将网络内的 PLC 频段降低为低频，以获得更大的发射信号强度，但也会带来串扰的问题。

基于上述问题，本实施例提供一种通信控制方法、装置、主机设备、从机设备和光伏系统，可以应用于电力线载波通信中。

图 3 为本发明一实施例通信控制方法的流程图。本发明公开了一种通信控制方法，应用于电力线载波通信的主机设备，该主机设备与从机设备通过电力线缆连接。上述主机设备可以是一个或多个，从机设备也可以是一个或多个。

一种示例中，如图 4 所示的主机设备与从机设备彼此通过三相电力线连接。上述方法包括:

S301，主机设备使用第一频段与从机设备进行通信，统计指定历史时间段内从机设备的通信丢包率;

上述第一频段通常设置为高频频段。上述指定历史时间段为电力设备上电后的时间段；其中，上电是指打开电源，使设备通电启动的过程。通信丢包率，可以通过数据包丢失部分与所传数据包总数的比值。正常情况下，通信丢包率应该控制在一定范围内。

示例地，主机设备使用第一频段与从机设备进行通信。电力设备上电之后，每隔 30 分钟统计一次从机设备的通信丢包率，当到达统计时间点后，统计从该时间点开始往前过去的 30 分钟内各个从机设备的通信丢包率。

S302，如果从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将从机设备的通信频段切换为第二频段；其中，第二频段的频段值低于第一频段的频段值;

每个逆变器设备对应一个从机设备。上述预设丢包率阈值为预先设置的一个百分数。上述第二频段通常设置为低频频段。

也就是说，如果从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，则控制从机设备切换通信频段，将从机设备的通信频段从第一频段切换到频段值低于第一频段的第二频段。

实际实现时，当从机设备的通信丢包率高于标准值5%时，通常认为通信信号衰减大，丢包严重；此时，如果从机设备的通信频段为高频频段，则控制从机设备将高频频段切换为低频频段。

上述通信控制方法，应用于光伏系统，主机设备与从机设备通过电力线缆连接，包括：主机设备使用第一频段与从机设备进行通信，统计指定历史时间段内从机设备的通信丢包率；如果从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将从机设备的通信频段切换为第二频段；其中，第二频段的频段值低于第一频段的频段值。

该方式中，当主机设备与从机设备进行通信时，如果从机设备的通信丢包率较高，则自动将该从机设备的通信频段切换为低频频段，主机设备使用低频频段与从机设备进行通信，降低了通信的丢包率，提高了通信质量的稳定性。

一种可选的方式中，从机设备包括多个；当切换从机设备的通信频段时，如果从机设备中第一设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将第一设备的通信频段切换为第二频段，第一设备以外的从机设备的通信频段保持为第一频段。

也就是说，与主机设备通过电力缆线连接的从机设备有多个；如果从机设备中，第一设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，则主机设备控制第一设备切换通信频段，将第一设备的通信频段从第一频段切换到频段值低于第一频段的第二频段，除第一设备以外的从机设备的通信频段仍然保持第一频段。

实际实现时，当第一设备的通信丢包率高于标准值5%时，通常认为通信信号衰减大，丢包严重；此时，如果第一设备的通信频段为高频频段，则控制第一设备将高频频段切换为低频频段，除第一设备以外的从机设备的通信频段仍然保持高频频段。

一种可选的方式中，主机设备使用第二频段与第一设备进行通信，使用第一频段与除第一设备以外的从机设备进行通信。

也就是说，与主机设备通过电力缆线连接的从机设备有多个；在从机设备中第一设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将第一设备的通信频段切换为第二频段后，主机设备使用第二频段与第一设备进行通信，另外，主机设备使用第一频段与从机设备中，除第一设备以外的从机设备进行通信。

一个示例中，在从机设备中第一设备的丢包率高于标准值 5%时，主机设备控制将第一设备的通信频段切换为低频频段后，主机设备使用低频频段与第一设备进行通信，并且使用高频频段与从机设备中，除第一设备以外的从机设备进行通信。

一种可选的方式中，主机设备使用第一频段向从机设备发送通信报文，并开始计时；在预设计时时长内，主机设备等待接收从机设备的针对通信报文的回复报文。

上述通信报文通常为 Modbus 报文，Modbus 是一项应用层报文传输协议。

实际实现时，主机设备和从机设备连接在同一个通信链路上，当主机设备使用第一频段向从机设备发送通信报文时，开始计时。然后，在预设计时时长内，主机设备等待接收从机设备针对通信报文的回复报文；如果在预设计时时长内，主机设备没有接收到回复报文，则认为丢包，即数据包丢失。

一个示例中，主机设备使用高频频段向从机设备发送通信报文后，开始 2s 的计时时长，在这 2s 内，主机设备一直处于高频频段，等待从机设备针对该通信报文的回复报文。

需要说明的是，主机设备发送通信报文和接收回复报文的通信频段，与从机设备接收通信报文和发送回复报文的通信频段均一致。

进一步地，主机设备获取指定历史时间段内，向从机设备发送的通信报文的通信报文量，以及接收到的针对通信报文的回复报文的回复报文量；基于回复报文量与通信报文量的比值，确定从机设备的通信丢包率。

上述通信报文量和回复报文量为通信报文的数量和回复报文的数量。

也就是说，在指定历史时间段内，针对每个从机设备，主机设备向该从机设备获取发送的通信报文的通信报文量 tx，以及接收到的针对通信报文的回复报文的回复报文量 rx，计算回复报文量 rx 与通信报文量 tx 的比值，然后使用 1 减去该比值，即可得到该从机设备的通信丢包率。

示例地，电力设备上电后 30 分钟，以及之后每隔 30 分钟的时间段内，主机设备统计向每一台从机设备发送的通信报文量，以及从机设备的回复报文量，计算得到通信丢包率=1-rx/tx。

进一步地，主机设备向第一设备发送频段设置指令，第一设备接收频段设置指令，将第一设备的通信频段切换为第二频段；主机设备保存第一设备关联的设备地址和第二频段的对应关系。

上述频段设置指令是指主机设备对第一设备发送的特殊指令，用于控制第一设备改变通信频段。上述设备地址为第一设备对应的逆变器设备的通信地址。

也就是说，主机设备向第一设备发送频段设置指令后，第一设备接收频段设置指令，将第一设备从当前通信频段切换到第二频段。并且，主机设备将第一设备关联的设备地址和第二频段的对应关系记录保存；其中，对应关系为拓扑关系，该拓扑关系是指设备地址和通信频段之间，在空间上的相互连接、邻接关系。

示例地，从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系如图 5 所示。从机设备关联的设备地址，即通信报文的首地址，也就是每个逆变器设备对应的编号。

一种示例中，假设 2 号逆变器设备对应的从机设备的丢包严重、通信信号衰减大，且 2 号逆变器设备对应的从机设备的当前通信频段为高频频段，则主机设备向 2 号逆变器设备对应的从机设备发送频段设置指令，第一设备接收频段设置指令，将如图 5 所示的 2 号逆变器设备对应的从机设备的通信频段从高频频段切换到低频频段。同时，主机设备保存 2 号逆变器设备关联的设备地址和低频频段的对应关系；例如，存储到 flash 存储

器（即 FLASH EEPROM，又称闪存）中，以实现断电记忆功能。其中，断电记忆功能使得电力设备在突然断电后，各种运行状态能够被瞬间记忆锁定，在通电后仍能按照设定状态工作。

一种可选的方式中，在主机设备发送频段设置指令之前，主机设备生成从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系；其中，在初始状态下，对应关系中的通信频段均为第一频段；当主机设备建立设备地址和通信频段的对应关系时，主机设备在对应关系中，将第一设备关联的设备地址对应的通信频段更新为第二频段。

首先，主机设备向第一设备发送频段设置指令之前，预先生成从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系。

需要说明的是，在初始状态下，从机设备关联的设备地址对应的通信频段均为第一频段，例如，对应关系中的通信频段均为高频频段。

接着，当第一设备完成频段切换时，主机设备保存第一设备关联的设备地址和第二频段的对应关系；此时，主机设备可以在对应关系中，搜索第一设备关联的设备地址，再将第一设备关联的设备地址对应的通信频段更新为第二频段。如图 5 所示的示例中，主机设备可以在对应关系中搜索第一设备关联的 2 号设备地址，再将第一设备关联的 2 号设备地址对应的通信频段设置为低频频段。

一种实施例中，根据丢包率反馈建立对应关系的流程图如图 6 所示。下面对该流程图的步骤进行说明。

1）系统上电，或者 PLC 主机设备定时 30 分钟进行丢包率统计；

2）PLC 主机设备对向每一台逆变器设备发送的报文量 Tx 和接收的报文量 Rx 进行累计，计算丢包率=Rx/Tx，当丢包率高于标准值 5%时，认为信号衰减大，丢包严重，需要将此台逆变器的通信频段切换为低频。

3）主机设备通过频段设置指令，将逆变器的 PLC 频段更改为低频，同时将地址与频段的记录下来，存储到 flash 中。

4）主机设备再次上电或者复位后，自动读取对应拓扑关系。

在频段设置结束后，PLC 主机设备每次接收数据采集器发送的报文时，都需要判断报文的首地址，并依据存储的对应关系进行频段选择。

具体地，主机设备获取待发送报文，从待发送报文中提取目标设备地址；从从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系中，确定目标设备地址对应的目标通信频段；其中，对应关系中，第一设备关联的设备地址对应保存第二频段，除第一设备以外的从机设备关联的设备地址对应保存第一频段；如果目标通信频段为第一频段，主机设备使用第一频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备；如果目标通信频段为第二频段，主机设备使用第二频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的第一设备。

上述目标设备地址为目标逆变器设备的设备地址。上述目标通信频段为主机设备向从机设备发送待发送报文时，需要设置的通信频段。

首先，主机设备获取待发送报文，从待发送报文中提取目标设备地址。

示例地，主机设备接收来自数据采集器发送的所有 Modbus 报文，并且从待发送报文中提取首地址。

接着，主机设备在从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系中，确定目标设备地址对应的目标通信频段；该对应关系中，第一设备关联的设备地址对应保存第二频段，除第一设备以外的从机设备关联的设备地址对应保存第一频段。

一种示例中，从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系如图 5 所示，主机设备从对应关系中确定目标通信频段为高频频段或低频频段。假设 2 号逆变器设备对应的从机设备为第一设备，则 2 号逆变器设备关联的设备地址对应保存低频频段，除 2 号逆变器设备以外的 1 号、3 号至 5 号逆变器对应的从机设备对应保存高频频段。

进一步地，主机设备根据目标通信频段，向从机设备发送待发送报文。如果目标通信频段为第一频段，则使用第一频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备；如果目标通信频段为第二频段，则使用第二频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的第一设备。

如图 5 所示的示例中，如果目标通信频段为高频频段，则主机设备使用高频频段将待发送报文发送至 1 号、3 号、4 号或 5 号逆变器设备地址关联的从机设备；如果目标通信频段为低频频段，则主机设备使用低频频段将待发送报文发送至 2 号逆变器设备地址关联的从机设备。

可以理解的是，当目标设备地址对应的目标通信频段与主机设备在此时的通信频段不一致时，需要切换主机设备的通信频段。

一种可选的方式中，如果目标通信频段为第一频段，主机设备获取主机设备的通信频段；如果通信频段为第二频段，主机设备切换通信频段至第一频段，使用第一频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备。

也就是说，当目标设备地址对应的目标通信频段为第一频段时，首先，主机设备获取主机设备当前的通信频段；接着，如果当前的通信频段为第二频段，则主机设备将第二频段切换至第一频段，并且，主机设备使用第一频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备。

示例地，当待发送报文中提取的首地址对应的通信频段为高频频段时，主机设备先获取主机设备当前的通信频段，如果主机设备当前的通信频段为低频频段，则主机设备将低频频段切换至高频频段，并且使用高频频段将待发送报文发送至首地址关联的从机设备。

同样地，如果目标通信频段为第二频段，主机设备获取主机设备的通信频段；如果通信频段为第一频段，主机设备切换通信频段至第二频段，使用第二频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的第一设备。

也就是说，当目标设备地址对应的目标通信频段为第二频段时，首先，主机设备获取主机设备当前的通信频段；接着，如果当前的通信频段为第一频段，则主机设备将第一频段切换至第二频段，并且，主机设备使用第二频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备。

示例地，当待发送报文中提取的首地址对应的通信频段为低频频段时，主机设备先获取主机设备当前的通信频段，如果主机设备当前的通信频段

为高频频段，则主机设备将高频频段切换至低频频段，并且使用低频频段将待发送报文发送至首地址关联的从机设备。

另外，设备地址和通信频段的对应关系不仅可以通过上述通信丢包率的反馈自动建立，还可以通过人工发送关系设置指令建立。

具体地，主机设备还与上位机通信连接；主机设备接收上位机下发的关系设置指令，从关系设置指令中获取待设置设备和待设置频段；在对应关系中，将待设置设备关联的设备地址对应的通信频段，更新为待设置频段。

上述关系设置指令通过人工进行设置。示例地，主机设备连接上位机，则工作人员可以使用 USB 转 RS485 串口驱动，通过终端的 USB 接口模拟成传统的串行口，实现编程电缆和电力线载波通信设备的连接通信，配置关系设置指令的参数。

实际实现时，主机设备接收通过上位机发送的关系设置指令，从关系设置指令中获取待设置设备和待设置频段；接着，在设备地址和通信频段的对应关系中，主机设备将待设置设备关联的设备地址对应的通信频段更新为待设置频段。

另一种方式中，主机设备还可以连接数据采集器，工作人员通过网络访问数据采集器，配置关系设置指令的参数。也就是说，主机设备接收通过数据采集器的网络人机界面发送的关系设置指令，获取待设置设备和待设置频段；接着，在设备地址和通信频段的对应关系中，主机设备将待设置设备关联的设备地址对应的通信频段更新为待设置频段。

需要说明的是，设备地址和通信频段的对应关系可以存储在主机设备，也可以通过数据采集器发送至主机设备。

一种实施例中，主机设备发送通信报文的流程图如图 7 所示。下面对该流程图的步骤进行说明。

1）报文首地址为丢包严重的有问题的逆变器的编号时，PLC 主机设备需要将发送报文的通信频段切换为低频频段，切换完毕后，将数据包发送至物理层，由射频处理发送至电力线上；

2）逆变器位置的 PLC 从机设备收到对应的低频信号时进行解调，解调完成后，回复报文给 PLC 主机设备，PLC 主机设备再传递给数据采集器；

3）如果出现丢包，PLC 主机设备最长会在当前频段下停留一定时间，时间最长为 2s；

4）主机设备接收下一个报文，如果报文的首地址为逆变器，则 PLC 物理层将发送报文的通信频段切换至相应的频段。

一种可选的方式中，主机设备还与光伏系统中的数据采集器通信连接；主机设备获取数据采集器发送的广播报文，使用第一频段对广播报文进行广播；使用第一频段的从机设备接收广播报文；主机设备将通信频段从第一频段切换为第二频段，使用第二频段对广播报文进行广播；使用第二频段的从机设备接收广播报文。

上述广播报文，不携带目标设备地址，也就是说，广播报文的首地址信息为零。

实际实现时，不同的从机设备在不同的通信频段下工作，因此，主机设备对广播报文进行播报时，通常将当前通信频段切换到接收广播报文的从机设备所在的通信频段。

首先，主机设备连接光伏系统中的数据采集器，通过主机设备接收数据采集器发送的广播报文，并使用第一频段对广播报文进行广播，以使第一频段的从机设备接收广播报文。

进一步地，主机设备将通信频段从第一频段切换为第二频段后，使用第二频段对广播报文进行广播，以使第二频段的从机设备接收广播报文。

示例地，当主机设备收到数据采集器发送的广播报文时，确定首地址信息为零，需要发送至所有从机设备，此时，主机设备使用高频频段对广播报文进行广播，以使高频频段的从机设备接收广播报文；接着，主机设

备将通信频段从高频频段切换为低频频段，并使用低频频段对广播报文进行广播，以使低频频段的从机设备接收广播报文。

上述通信控制方法，无需人工整改电缆和机器位置，通过频段自动选择的方式减少了丢包率，提高了通讯质量，保障了通讯的稳定性，也最大程度上减少了串扰的影响。

对于上述方法实施例，参见图 8 所示的一种通信控制装置的结构示意图，装置设置于光伏系统；光伏系统中，主机设备与从机设备通过电力线缆连接；该装置包括：

第一通信模块 801，用于主机设备使用第一频段与从机设备进行通信，统计指定历史时间段内从机设备的通信丢包率；

第一控制模块 802，用于如果从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将从机设备的通信频段切换为第二频段；其中，第二频段的频段值低于第一频段的频段值。

该方式中，当主机设备与从机设备进行通信时，如果从机设备的通信丢包率较高，则自动将该从机设备的通信频段切换为低频频段，主机设备使用低频频段与从机设备进行通信，降低了通信的丢包率，提高了通信质量的稳定性。

上述从机设备包括多个；上述第一控制模块，还用于如果从机设备中第一设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将第一设备的通信频段切换为第二频段，第一设备以外的从机设备的通信频段保持为第一频段。

上述装置还包括第二通信模块，用于主机设备使用第二频段与第一设备进行通信，使用第一频段与除第一设备以外的从机设备进行通信。

上述第一通信模块，还用于主机设备使用第一频段向从机设备发送通信报文，并开始计时；在预设计时时长内，主机设备等待接收从机设备的针对通信报文的回复报文。

上述第一通信模块，还用于主机设备获取指定历史时间段内，向从机设备发送的通信报文的通信报文量，以及接收到的针对通信报文的回复报

文的回复报文量；基于回复报文量与通信报文量的比值，确定从机设备的通信丢包率。

上述第一控制模块，还用于主机设备向第一设备发送频段设置指令；第一设备接收频段设置指令，将第一设备的通信频段切换为第二频段；主机设备保存第一设备关联的设备地址和第二频段的对应关系。

上述装置还包括第一生成模块，用于主机设备生成从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系；其中，在初始状态下，对应关系中的通信频段均为第一频段；上述第一控制模块，还用于主机设备在对应关系中，将第一设备关联的设备地址对应的通信频段更新为第二频段。

上述第二通信模块，还用于主机设备获取待发送报文，从待发送报文中提取目标设备地址；从从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系中，确定目标设备地址对应的目标通信频段；其中，对应关系中，第一设备关联的设备地址对应保存第二频段，除第一设备以外的从机设备关联的设备地址对应保存第一频段；如果目标通信频段为第一频段，主机设备使用第一频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备；如果目标通信频段为第二频段，主机设备使用第二频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的第一设备。

上述第二通信模块，还用于如果目标通信频段为第一频段，主机设备获取主机设备的通信频段；如果通信频段为第二频段，主机设备切换通信频段至第一频段，使用第一频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备。

上述第二通信模块，还用于如果目标通信频段为第二频段，主机设备获取主机设备的通信频段；如果通信频段为第一频段，主机设备切换通信频段至第二频段，使用第二频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的第一设备。

上述主机设备还与上位机通信连接；上述装置还包括第一更新模块，用于主机设备接收上位机下发的关系设置指令，从关系设置指令中获取待设置设备和待设置频段；在对应关系中，将待设置设备关联的设备地址对应的通信频段，更新为待设置频段。

上述主机设备还与光伏系统中的数据采集器通信连接；上述装置还包括第一广播模块，用于主机设备获取数据采集器发送的广播报文，使用第一频段对广播报文进行广播；使用第一频段的从机设备接收广播报文；主机设备将通信频段从第一频段切换为第二频段，使用第二频段对广播报文进行广播；使用第二频段的从机设备接收广播报文。

本实施例还提供一种主机设备，主机设备包括处理器和存储器，存储器存储有能够被处理器执行的机器可执行指令，处理器执行机器可执行指令以实现上述通信控制方法。该主机设备可以是服务器，也可以是终端设备。

本实施例还提供一种从机设备，从机设备包括处理器和存储器，存储器存储有能够被处理器执行的机器可执行指令；该从机设备与主机设备通过电力线缆连接。

参见图 9 所示，该电子设备包括处理器 100 和存储器 101，该存储器 101 存储有能够被处理器 100 执行的机器可执行指令，该处理器 100 执行机器可执行指令以实现上述通信控制方法。

进一步地，图 9 所示的电子设备还包括总线 102 和通信接口 103，处理器 100、通信接口 103 和存储器 101 通过总线 102 连接。

其中，存储器 101 可能包含高速随机存取存储器（RAM，Random Access Memory），也可能还包括非不稳定的存储器（non-volatile memory），例如至少一个磁盘存储器。通过至少一个通信接口 103（可以是有线或者无线）实现该系统网元与至少一个其他网元之间的通信连接，可以使用互联网，广域网，本地网，城域网等。总线 102 可以是 ISA 总线、PCI 总线或 EISA 总线等。所述总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图 9 中仅用一个双向箭头表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

处理器 100 可能是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。在实现过程中，上述方法的各步骤可以通过处理器 100 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器 100 可以是通用处理器，包括中

央处理器(Central Processing Unit，简称CPU)、网络处理器(Network Processor，简称NP)等；还可以是数字信号处理器(Digital Signal Processor，简称DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit，简称ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array，简称FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本发明实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本发明实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成，或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器，闪存、只读存储器，可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器101，处理器100读取存储器101中的信息，结合其硬件完成前述实施例的方法的步骤。

光伏系统中包括多个方阵，方阵也可以称之为子阵，每个方阵都包括数据采集器、逆变器和箱式变压器，在以箱式变压器为基本单元的光伏子阵内，光伏逆变器安装的PLC通讯模块，称之为PLC从机设备，在箱式变压器侧安装的PLC通讯模块，称之为PLC主机设备。

数据采集器和主机设备均位于箱式变压器侧的通讯柜中。箱式变压器侧安装的数据采集器与PLC主机设备之间采用有线通讯，如RS485；数据采集器将指令发送给PLC主机设备，PLC主机设备将指令调制为载波信号，并随箱变低压侧的逆变器交流电力线传输到逆变器端即PLC从机设备，PLC从机设备将载波信号进行解调为指令发送给逆变器执行。逆变器若需上传数据，同样参照上述指令下发方式，仅仅是PLC从机设备将逆变器数据调制为载波信号，并随逆变器交流电力线传输到箱变低压侧及PLC主机设备，PLC主机设备将载波信号进行解调为逆变器数据发送给数据采集器，从而实现双向的通讯。

基于此，本实施例还提供一种光伏系统，如图10所示，该通信系统包括上述主机设备，以及从机设备；主机设备使用第一频段与从机设备进行

通信，统计指定历史时间段内从机设备的通信丢包率；如果从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将从机设备的通信频段切换为第二频段；其中，第二频段的频段值低于第一频段的频段值。

上述主机设备与数据采集器连接；从机设备与逆变器连接。

上述从机设备包括多个；如果从机设备中第一设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将第一设备的通信频段切换为第二频段，第一设备以外的从机设备的通信频段保持为第一频段。

上述主机设备使用第二频段与第一设备进行通信，使用第一频段与除第一设备以外的从机设备进行通信。

上述主机设备使用第一频段向从机设备发送通信报文，并开始计时；在预设计时时长内，主机设备等待接收从机设备的针对通信报文的回复报文。

上述主机设备获取指定历史时间段内，向从机设备发送的通信报文的通信报文量，以及接收到的针对通信报文的回复报文的回复报文量；基于回复报文量与通信报文量的比值，确定从机设备的通信丢包率。

上述主机设备向第一设备发送频段设置指令；第一设备接收频段设置指令，将第一设备的通信频段切换为第二频段；主机设备保存第一设备关联的设备地址和第二频段的对应关系。

上述主机设备生成从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系；其中，在初始状态下，对应关系中的通信频段均为第一频段；主机设备向第一设备发送频段设置指令后，主机设备在对应关系中，将第一设备关联的设备地址对应的通信频段更新为第二频段。

上述主机设备获取待发送报文，从待发送报文中提取目标设备地址；从从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系中，确定目标设备地址对应的目标通信频段；其中，对应关系中，第一设备关联的设备地址对应保存第二频段，除第一设备以外的从机设备关联的设备地址对应保存第一频段；如果目标通信频段为第一频段，主机设备使用第一频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备；如果目标通信频段为第二频段，

主机设备使用第二频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的第一设备。

上述如果目标通信频段为第一频段，主机设备获取主机设备的通信频段；如果通信频段为第二频段，主机设备切换通信频段至第一频段，使用第一频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的从机设备。

上述如果目标通信频段为第二频段，主机设备获取主机设备的通信频段；如果通信频段为第一频段，主机设备切换通信频段至第二频段，使用第二频段将待发送报文发送至目标设备地址关联的第一设备。

上述主机设备还与上位机通信连接；主机设备接收上位机下发的关系设置指令，从关系设置指令中获取待设置设备和待设置频段；在对应关系中，将待设置设备关联的设备地址对应的通信频段，更新为待设置频段。

上述主机设备还与光伏系统中的数据采集器通信连接；主机设备获取数据采集器发送的广播报文，使用第一频段对广播报文进行广播；使用第一频段的从机设备接收广播报文；主机设备将通信频段从第一频段切换为第二频段，使用第二频段对广播报文进行广播；使用第二频段的从机设备接收广播报文。

上述光伏系统，将逆变器地址与频段编号的对应关系存储在主机设备内，主机设备利用丢包率反馈，将丢包严重的问题逆变器的频段设置为低频频段，除问题逆变器以外的其他逆变器保持默认的高频频段进行通信，当数据采集器询问问题逆变器地址时，主机设备根据地址和频段对应关系，自动切换为低频频段发送报文至问题逆变器，并等待问题逆变器回复；当数据采集器询问正常逆变器地址时，主机设备自动恢复为正常频段，解决了 PLC 通信方式中，由于电力线缆中噪声、电力线缆的类型和材质，或者通信两端的设备距离较远，造成 PLC 通信信号的衰减较大的问题，减少了丢包率，提高了通讯质量，保障了通讯的稳定性，也最大程度上减少了串扰的影响。

另外，在本发明实施例的描述中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可

以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，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）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

在本发明的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

最后应说明的是：以上实施例，仅为本发明的具体实施方式，用以说明本发明的技术方案，而非对其限制，本发明的保护范围并不局限于此，尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域技术人员应当理解：任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改、变化或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求

1. 一种通信控制方法，其特征在于，所述方法应用于光伏系统；所述光伏系统中，主机设备与从机设备通过电力线缆连接；所述方法包括：

所述主机设备使用第一频段与所述从机设备进行通信，统计指定历史时间段内所述从机设备的通信丢包率；

如果所述从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，所述主机设备控制将所述从机设备的通信频段切换为第二频段；其中，所述第二频段的频段值低于所述第一频段的频段值。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述从机设备包括多个；所述如果所述从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，所述主机设备控制将所述从机设备的通信频段切换为第二频段的步骤，包括：

如果所述从机设备中第一设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，所述主机设备控制将所述第一设备的通信频段切换为第二频段，所述第一设备以外的从机设备的通信频段保持为所述第一频段。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，如果所述从机设备中第一设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，所述主机设备控制将所述第一设备的通信频段切换为第二频段，所述第一设备以外的从机设备的通信频段保持为所述第一频段的步骤之后，所述方法还包括：

所述主机设备使用所述第二频段与所述第一设备进行通信，使用所述第一频段与除所述第一设备以外的从机设备进行通信。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述主机设备使用第一频段与所述从机设备进行通信的步骤，包括：

所述主机设备使用第一频段向所述从机设备发送通信报文，并开始计时；

在预设计时时长内，所述主机设备等待接收所述从机设备的针对所述通信报文的回复报文。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，统计指定历史时间段内所述从机设备的通信丢包率的步骤，包括：

所述主机设备获取指定历史时间段内，向所述从机设备发送的通信报文的通信报文量，以及接收到的针对所述通信报文的回复报文的回复报文量；

基于所述回复报文量与所述通信报文量的比值，确定所述从机设备的通信丢包率。

6. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述主机设备控制将所述第一设备的通信频段切换为第二频段的步骤，包括：

所述主机设备向所述第一设备发送频段设置指令；

所述第一设备接收所述频段设置指令，将所述第一设备的通信频段切换为第二频段；

所述主机设备保存所述第一设备关联的设备地址和所述第二频段的对应关系。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述主机设备向所述第一设备发送频段设置指令的步骤之前，所述方法还包括：

所述主机设备生成所述从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系；其中，在初始状态下，所述对应关系中的通信频段均为所述第一频段；

所述主机设备保存所述第一设备关联的设备地址和所述第二频段的对应关系的步骤，包括：

所述主机设备在所述对应关系中，将所述第一设备关联的设备地址对应的通信频段更新为第二频段。

8. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述主机设备使用所述第二频段与所述第一设备进行通信，使用所述第一频段与除所述第一设备以外的从机设备进行通信的步骤，包括：

所述主机设备获取待发送报文，从所述待发送报文中提取目标设备地址；

从所述从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系中，确定所述目标设备地址对应的目标通信频段；其中，所述对应关系中，所述第一设备关联的设备地址对应保存所述第二频段，除所述第一设备以外的从机设备关联的设备地址对应保存所述第一频段；

如果所述目标通信频段为第一频段，所述主机设备使用所述第一频段将所述待发送报文发送至所述目标设备地址关联的从机设备；

如果所述目标通信频段为第二频段，所述主机设备使用所述第二频段将所述待发送报文发送至所述目标设备地址关联的所述第一设备。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，如果所述目标通信频段为第一频段，所述主机设备使用所述第一频段将所述待发送报文发送至所述目标设备地址关联的从机设备的步骤，包括：

如果所述目标通信频段为第一频段，所述主机设备获取所述主机设备的通信频段；

如果所述通信频段为第二频段，所述主机设备切换所述通信频段至所述第一频段，使用所述第一频段将所述待发送报文发送至所述目标设备地址关联的从机设备。

10. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，如果所述目标通信频段为第二频段，所述主机设备使用所述第二频段将所述待发送报文发送至所述目标设备地址关联的所述第一设备的步骤，包括：

如果所述目标通信频段为第二频段，所述主机设备获取所述主机设备的通信频段；

如果所述通信频段为第一频段，所述主机设备切换所述通信频段至所述第二频段，使用所述第二频段将所述待发送报文发送至所述目标设备地址关联的所述第一设备。

11. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述主机设备还与上位机通信连接；所述方法还包括：

所述主机设备接收所述上位机下发的关系设置指令，从所述关系设置指令中获取待设置设备和待设置频段；

在所述对应关系中，将所述待设置设备关联的设备地址对应的通信频段，更新为所述待设置频段。

12. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述主机设备还与所述光伏系统中的数据采集器通信连接；所述方法还包括：

所述主机设备获取所述数据采集器发送的广播报文，使用所述第一频段对所述广播报文进行广播；

使用所述第一频段的从机设备接收所述广播报文；

所述主机设备将所述通信频段从所述第一频段切换为所述第二频段，使用所述第二频段对所述广播报文进行广播；

使用所述第二频段的从机设备接收所述广播报文。

13. 一种通信控制装置，其特征在于，所述装置设置于光伏系统；所述光伏系统中，主机设备与从机设备通过电力线缆连接；所述装置包括：

第一通信模块，用于所述主机设备使用第一频段与所述从机设备进行通信，统计指定历史时间段内所述从机设备的通信丢包率；

第一控制模块，用于如果所述从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，所述主机设备控制将所述从机设备的通信频段切换为第二频段；其中，所述第二频段的频段值低于所述第一频段的频段值。

14. 一种主机设备，其特征在于，所述主机设备包括处理器和存储器，所述存储器存储有能够被所述处理器执行的机器可执行指令，所述处理器执行所述机器可执行指令以实现权利要求 1-12 任一项所述的通信控制方法。

15. 一种从机设备，其特征在于，所述从机设备包括处理器和存储器，所述存储器存储有能够被所述处理器执行的机器可执行指令；所述从机设备与权利要求 14 所述的主机设备通过电力线缆连接。

16. 一种光伏系统，所述光伏系统包括权利要求 14 所述的主机设备，以及权利要求 15 所述的从机设备；

所述主机设备使用第一频段与所述从机设备进行通信，统计指定历史时间段内所述从机设备的通信丢包率；

如果所述从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，所述主机设备控制将所述从机设备的通信频段切换为第二频段；其中，所述第二频段的频段值低于所述第一频段的频段值。

17. 根据权利要求 16 所述的光伏系统，其特征在于，所述主机设备与数据采集器连接；所述从机设备与逆变器连接。

18. 根据权利要求 16 所述的光伏系统，其特征在于，所述从机设备包括多个；

如果所述从机设备中第一设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，所述主机设备控制将所述第一设备的通信频段切换为第二频段，所述第一设备以外的从机设备的通信频段保持为所述第一频段。

19. 根据权利要求 18 所述的光伏系统，其特征在于，所述主机设备使用所述第二频段与所述第一设备进行通信，使用所述第一频段与除所述第一设备以外的从机设备进行通信。

20. 根据权利要求 16 所述的光伏系统，其特征在于，所述主机设备使用第一频段向所述从机设备发送通信报文，并开始计时；

在预设计时时长内，所述主机设备等待接收所述从机设备的针对所述通信报文的回复报文。

21. 根据权利要求 16 所述的光伏系统，其特征在于，所述主机设备获取指定历史时间段内，向所述从机设备发送的通信报文的通信报文量，以及接收到的针对所述通信报文的回复报文的回复报文量；

基于所述回复报文量与所述通信报文量的比值，确定所述从机设备的通信丢包率。

22. 根据权利要求 18 所述的光伏系统，其特征在于，所述主机设备向所述第一设备发送频段设置指令；

所述第一设备接收所述频段设置指令，将所述第一设备的通信频段切换为第二频段；

所述主机设备保存所述第一设备关联的设备地址和所述第二频段的对应关系。

23. 根据权利要求 22 所述的光伏系统，其特征在于，所述主机设备生成所述从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系；其中，在初始状态下，所述对应关系中的通信频段均为所述第一频段；

所述主机设备向所述第一设备发送频段设置指令后，所述主机设备在所述对应关系中，将所述第一设备关联的设备地址对应的通信频段更新为第二频段。

24. 根据权利要求 19 所述的光伏系统，其特征在于，所述主机设备获取待发送报文，从所述待发送报文中提取目标设备地址；

从所述从机设备关联的设备地址和通信频段的对应关系中，确定所述目标设备地址对应的目标通信频段；其中，所述对应关系中，所述第一设备关联的设备地址对应保存所述第二频段，除所述第一设备以外的从机设备关联的设备地址对应保存所述第一频段；

如果所述目标通信频段为第一频段，所述主机设备使用所述第一频段将所述待发送报文发送至所述目标设备地址关联的从机设备；

如果所述目标通信频段为第二频段，所述主机设备使用所述第二频段将所述待发送报文发送至所述目标设备地址关联的所述第一设备。

25. 根据权利要求 24 所述的光伏系统，其特征在于，如果所述目标通信频段为第一频段，所述主机设备获取所述主机设备的通信频段；

如果所述通信频段为第二频段，所述主机设备切换所述通信频段至所述第一频段，使用所述第一频段将所述待发送报文发送至所述目标设备地址关联的从机设备。

26. 根据权利要求 24 所述的光伏系统，其特征在于，如果所述目标通信频段为第二频段，所述主机设备获取所述主机设备的通信频段；

如果所述通信频段为第一频段，所述主机设备切换所述通信频段至所述第二频段，使用所述第二频段将所述待发送报文发送至所述目标设备地址关联的所述第一设备。

27. 根据权利要求 23 所述的光伏系统，其特征在于，所述主机设备还与上位机通信连接；

所述主机设备接收所述上位机下发的关系设置指令，从所述关系设置指令中获取待设置设备和待设置频段；

在所述对应关系中，将所述待设置设备关联的设备地址对应的通信频段，更新为所述待设置频段。

28. 根据权利要求 16 所述的光伏系统，其特征在于，所述主机设备还与所述光伏系统中的数据采集器通信连接；

所述主机设备获取所述数据采集器发送的广播报文，使用所述第一频段对所述广播报文进行广播；

使用所述第一频段的从机设备接收所述广播报文；

所述主机设备将所述通信频段从所述第一频段切换为所述第二频段，使用所述第二频段对所述广播报文进行广播；

使用所述第二频段的从机设备接收所述广播报文。


A
B
C
多芯线
A
B
C
单芯线

图 1

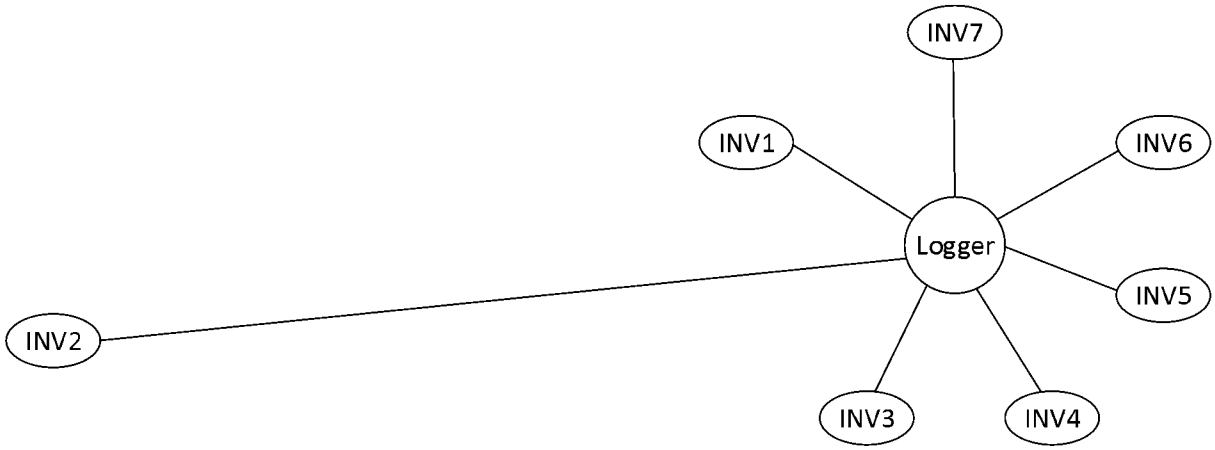

INV7
INV1
INV6
Logger
INV5
INV2
INV3
INV4

图 2

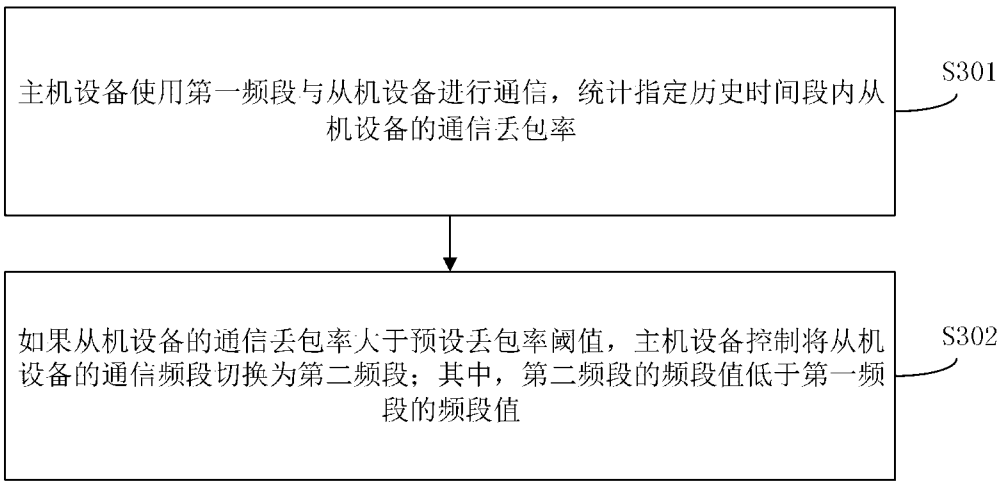

主机设备使用第一频段与从机设备进行通信，统计指定历史时间段内从机设备的通信丢包率
S301
如果从机设备的通信丢包率大于预设丢包率阈值，主机设备控制将从机设备的通信频段切换为第二频段；其中，第二频段的频段值低于第一频段的频段值
S302

图 3

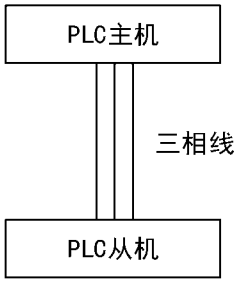

PLC主机
三相线
PLC从机

图 4

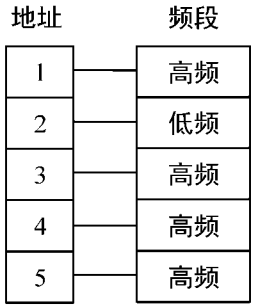

地址
频段
1
高频
2
低频
3
高频
4
高频
5
高频

图 5

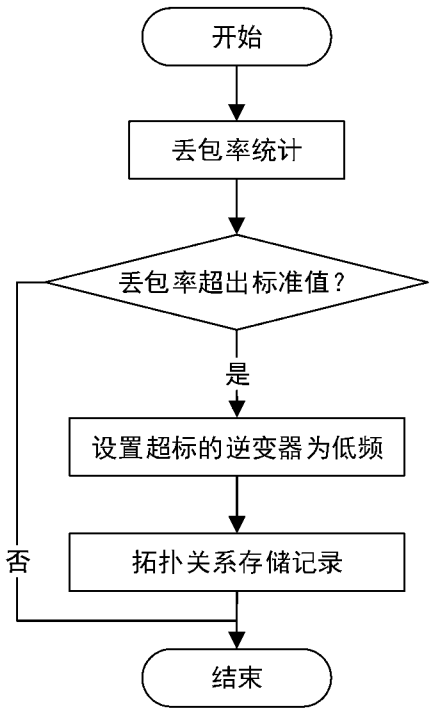

开始
丢包率统计
丢包率超出标准值？
是
设置超标的逆变器为低频
否
拓扑关系存储记录
结束

图 6

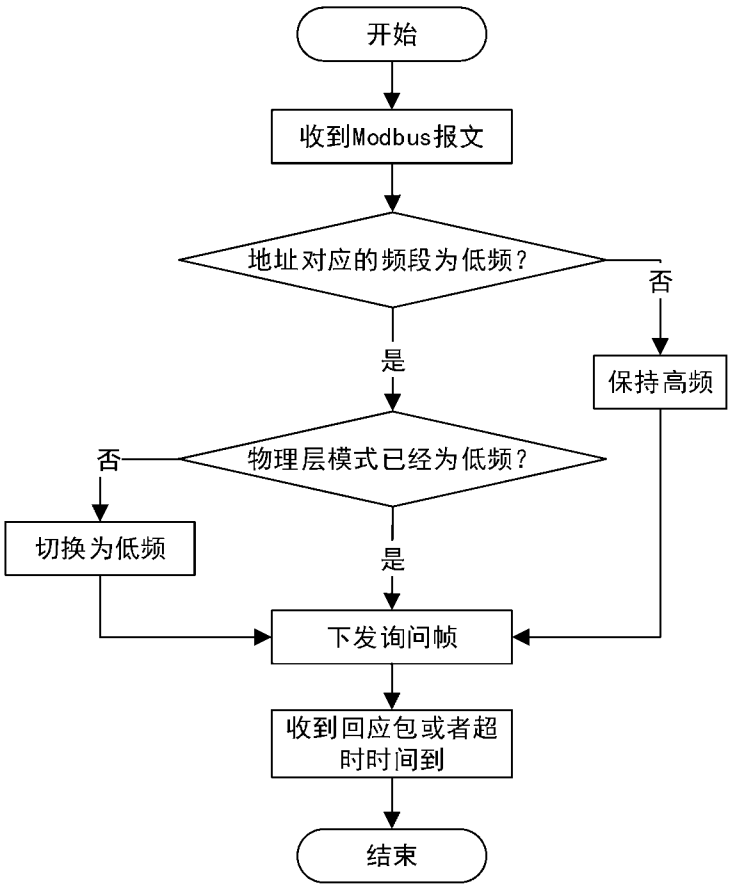

开始
收到Modbus报文
地址对应的频段为低频？
否
是
保持高频
否
物理层模式已经为低频？
切换为低频
是
下发询问帧
收到回应包或者超时时间到
结束

图 7

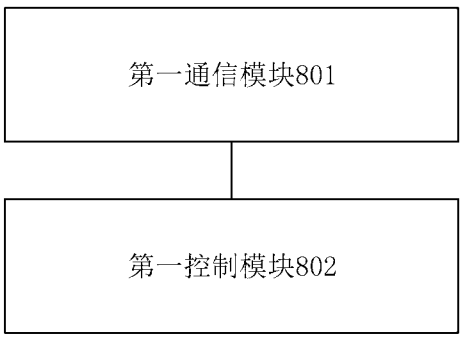

第一通信模块801
第一控制模块802

图 8

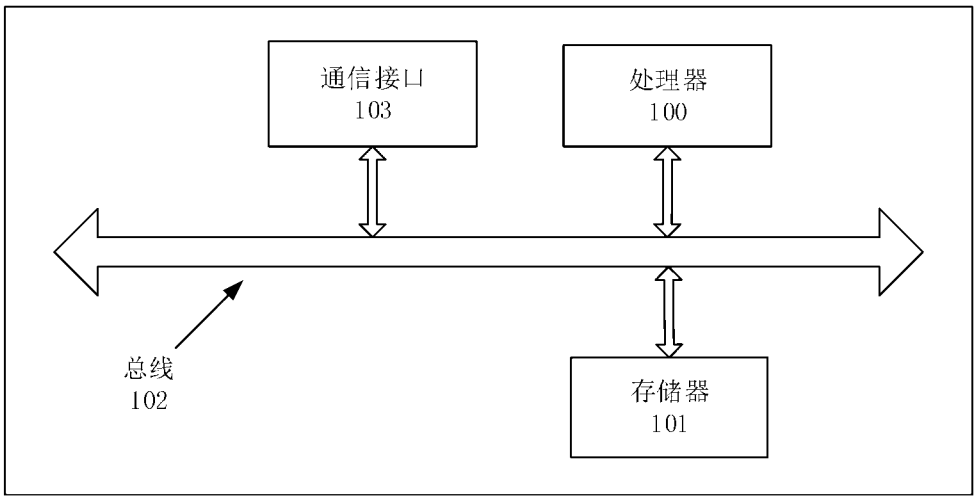


图 9

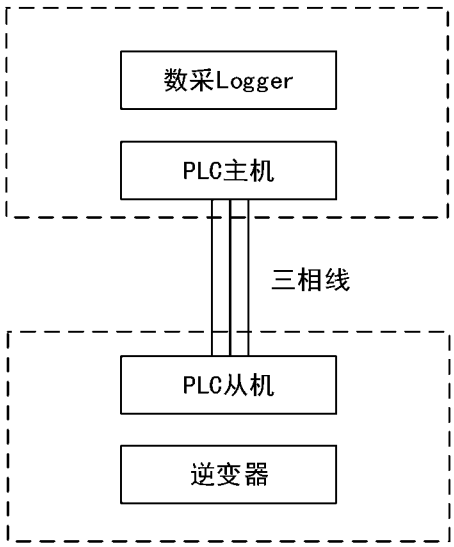


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2024/073411

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 3/54(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: 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)

OETXT; CNTXT; WPABSC; ENTXTC; VEN; DWPI; WPABS; CNKI: 电力线载波, 电力线通信, 质量, 信噪比, 丢包率, 误码率, 噪声, 阈值, 门限, 切换, 选择, 频段, 频率, 频带, 频点, 高频, 低频, 损耗, 距离, 覆盖, PLC, quality, SNR, BER, PLR, noise, threshold, reference, switch, select, frequency, band, high, low, loss, distance, coverage

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 111601414 A (SHANGHAI YAMING LIGHTING CO., LTD. et al.) 28 August 2020 (2020-08-28) description, paragraphs [0039]-[0070], and figures 1-3	1-28
A	CN 109039378 A (JIANGSU LINYANG ENERGY CO., LTD.) 18 December 2018 (2018-12-18) entire document	1-28
A	CN 110771052 A (SAGEMCOM ENERGY & TELECOM SAS) 07 February 2020 (2020-02-07) entire document	1-28
A	JP 2015156543 A (TOSHIBA CORP.) 27 August 2015 (2015-08-27) entire document	1-28

☐ 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
18 April 2024	**24 April 2024**

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/CN2024/073411

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 111601414 A	28 August 2020	None	
CN 109039378 A	18 December 2018	CN 109039378 B	07 September 2021
CN 110771052 A	07 February 2020	US 2020112337 A1	09 April 2020
		US 11031972 B2	08 June 2021
		WO 2018219715 A1	06 December 2018
		EP 3631991 A1	08 April 2020
		EP 3631991 B1	22 September 2021
		FR 3067195 A1	07 December 2018
		FR 3067195 B1	22 May 2020
		IN 201917050799 A	17 January 2020
JP 2015156543 A	27 August 2015	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2024/073411

A. 主题的分类

H04B 3/54(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：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））

OETXT;CNTXT;WPABSC;ENTXTC;VEN;DWPI;WPABS;CNKI：电力线载波，电力线通信，质量，信噪比，丢包率，误码率，噪声，阈值，门限，切换，选择，频段，频率，频带，频点，高频，低频，损耗，距离，覆盖，PLC，quality，SNR，BER，PLR，noise，threshold，reference，switch，select，frequency，band，high，low，loss，distance，coverage

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
X	CN 111601414 A (上海亚明照明有限公司 等) 2020年8月28日 (2020 - 08 - 28) 说明书第[0039]-[0070]段，图1-3	1-28
A	CN 109039378 A (江苏林洋能源股份有限公司) 2018年12月18日 (2018 - 12 - 18) 全文	1-28
A	CN 110771052 A (萨基姆能源电信公司) 2020年2月7日 (2020 - 02 - 07) 全文	1-28
A	JP 2015156543 A (TOSHIBA CORP) 2015年8月27日 (2015 - 08 - 27) 全文	1-28

☐ 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
2024年4月18日	2024年4月24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 高胜凯 电话号码 (+86) 0512-88996426

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/073411

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	111601414	A	2020年8月28日	无			
CN	109039378	A	2018年12月18日	CN	109039378	B	2021年9月7日
CN	110771052	A	2020年2月7日	US	2020112337	A1	2020年4月9日
				US	11031972	B2	2021年6月8日
				WO	2018219715	A1	2018年12月6日
				EP	3631991	A1	2020年4月8日
				EP	3631991	B1	2021年9月22日
				FR	3067195	A1	2018年12月7日
				FR	3067195	B1	2020年5月22日
				IN	201917050799	A	2020年1月17日
JP	2015156543	A	2015年8月27日	无			