(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
2020 年 6 月 4 日 (04.06.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/107453 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 12/24 (2006.01) *H04W 24/02* (2009.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/118706

(22) 国际申请日: 2018 年 11 月 30 日 (30.11.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳市大疆创新科技有限公司 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 何昌昕 (HE, Changxin); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。
陈汉平 (CHEN, Hanping); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 杨勇 (YANG, Yong); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国北京市海淀区西直门北大街32号枫蓝国际A座8F-6, Beijing 100082 (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,

(54) **Title:** UNMANNED AERIAL VEHICLE, COMMUNICATION SYSTEM AND TESTING METHOD, DEVICE AND SYSTEM THEREFOR

(54) **发明名称**: 无人机、通信系统及其测试方法、装置及系统

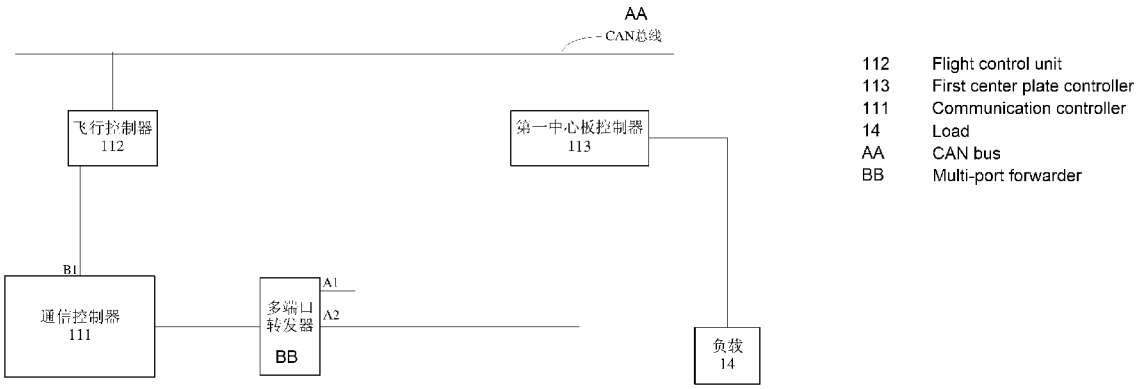


图 3

(57) **Abstract:** Disclosed are an unmanned aerial vehicle, a communication system and a testing method, device and system therefor. The unmanned aerial vehicle is electrically connected with a first center plate controller via a flight control unit on the basis of the CAN bus; a communication controller is electrically connected with the flight control unit via a first communication interface and a first USB interface; the first communication interface is used for transmitting control instructions; the first USB interface is used for transmitting upgrade data of the flight control unit; thereby reducing the load of the CAN bus, solving the problems of packet loss and long time delay due to high load of the CAN bus, and reducing the packet loss and time delay of the CAN bus.

(57) **摘要**: 一种无人机、通信系统及其测试方法、装置及系统。该无人机通过飞行控制器与第一中心板控制器基于CAN总线电连接，通信控制器通过第一通信接口以及第一USB接口与飞行控制器电连接，第一通信接口用于传输控制指令，第一USB接口用于传输飞行控制器的升级数据，减小了CAN总线的负荷，解决了由于CAN总线负荷过大，导致丢包、时延大的问题，从而减小了CAN总线的丢包以及时延。

WO 2020/107453 A1

[见续页]

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, 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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

无人机、通信系统及其测试方法、装置及系统

技术领域

本发明涉及无人机技术领域，尤其涉及一种无人机、通信系统及其测试方法、装置及系统。

背景技术

通常，通过遥控器对无人机进行控制。例如，用户可以使用遥控器控制无人机的飞行姿态、控制无人机上搭载的云台的角度，控制无人机上搭载的相机进行拍摄等。

现有技术中，用户使用遥控器控制无人机时，涉及到无人机内部的多个控制器之间的交互。目前，无人机的控制器之间主要采用控制器局域网络（Controller Area Network，CAN）总线的方式进行通信。具体的，无人机的通信控制器可以从遥控器接收控制指令，并通过 CAN 总线将控制指令发送至飞行控制器或者中心板控制器。例如，当控制指令用于控制无人机的飞行姿态时，可以通过 CAN 总线发送至用于实现飞行控制的飞行控制器。又例如，当控制指令用于控制无人机搭载的云台的角度时，可以通过 CAN 总线将控制指令发送至中心板控制器，并由中心板控制器将控制信令发送至云台。另外，控制器之间除控制指令之外的其他数据也可以通过该 CAN 总线进行交互，例如升级数据、日志等。由于无人机的控制器之间共用 CAN 总线，因此会出现一段时间内 CAN 总线上数据较多的情况。

因此，现有技术中，存在 CAN 总线丢包、时延大的问题。

发明内容

本发明实施例提供一种无人机、通信系统及其测试方法、装置及系统，用于解决现有技术中 CAN 总线丢包、时延大的问题。

第一方面，本发明实施例提供一种无人机，包括：通信控制器、第一中心板控制器和飞行控制器；其中，所述飞行控制器与所述第一中心板控制器基于控制器局域网络 CAN 总线电连接；

所述通信控制器通过第一通信接口以及第一USB接口与所述飞行控制器电连接；所述第一通信接口用于传输控制指令，所述第一USB接口用于传输所述飞行控制器的升级数据；

所述通信控制器，用于从遥控器接收控制指令，并将所述控制指令发送至所述第一中心板控制器或所述飞行控制器；所述遥控器用于控制所述无人机；

所述第一中心板控制器还与所述无人机的负载电连接，用于将从所述通信控制器接收到的所述控制指令转发至所述负载；

所述飞行控制器，用于根据所述控制指令对所述无人机进行控制。

第二方面，本发明实施例提供一种通信系统，包括：遥控器以及上述第一方面任一项所述的无人机。

第三方面，本发明实施例提供一种通信系统的测试方法，应用于上述第二方面的通信系统的终端，其特征在于，包括：

获取用户输入的测试信息；

根据所述测试信息，依次向无人机的所述负载发送多条第一测试指令；所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加。

第四方面，本发明实施例提供一种通信系统的测试方法，应用于第二方面任一项的通信系统的所述无人机，其特征在于，包括：

接收多条第一测试指令；所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加；

存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系。

第五方面，本发明实施例提供一种通信系统的测试方法，应用于第二方面任一项的通信系统，包括：

终端获取用户输入的第一测试信息；

所述终端根据所述第一测试信息，依次向无人机的所述负载发送多条第一测试指令；所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加；

所述无人机接收所述多条第一测试指令；

所述无人机存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对

应关系。

第六方面，本发明实施例提供一种通信系统的测试装置，应用于第二方面任一项的通信系统的所述终端，包括：处理器和通信接口；

所述处理器，用于获取用户输入的测试信息；

所述处理器，还用于根据所述测试信息，通过所述通信接口依次向无人机的所述负载发送多条第一测试指令；所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加。

第七方面，本发明实施例提供一种通信系统的测试装置，应用于第二方面任一项的通信系统的所述无人机，包括：目标控制器，所述目标控制器为所述无人机中将遥控器发送的控制指令转发至所述负载的控制器，所述遥控器用于控制所述无人机；

所述目标控制器，用于接收多条第一测试指令；所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加；

所述目标控制器，还用于存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系。

第八方面，本发明实施例提供一种通信系统的测试系统，包括权利要求第五方面任一项所述的通信系统的测试装置，以及第六方面任一项所述的通信系统的测试装置。

第九方面，本发明实施例提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序包含至少一段代码，所述至少一段代码可由计算机执行，以控制所述计算机执行如第三方面任一项所述的通信系统的测试方法。

第十方面，本发明实施例提供一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序包含至少一段代码，所述至少一段代码可由计算机执行，以控制所述计算机执行如第四方面任一项所述的通信系统的测试方法。

第十一方面，本发明实施例提供一种计算机程序，当所述计算机程序被计算机执行时，用于实现如第三方面任一项所述的通信系统的测试方法。

第十二方面，本发明实施例提供一种计算机程序，当所述计算机程序被

计算机执行时，用于实现如第四方面任一项所述的通信系统的测试方法。

本发明实施例提供的无人机、通信系统及其测试方法、装置及系统，通过飞行控制器与第一中心板控制器基于 CAN 总线电连接，通信控制器通过第一通信接口以及第一 USB 接口与飞行控制器 112 电连接，第一通信接口用于传输控制指令，第一 USB 接口用于传输飞行控制器 112 的升级数据，实现了对于飞行控制器与第一中心板控制器之间需要交互的数据，可以承载在 CAN 总线上，而对于通信控制器与飞行控制器之间需要交互的数据，可以不承载在 CAN 总线上，减小了 CAN 总线的负荷，解决了由于 CAN 总线负荷过大，导致丢包、时延大的问题，从而减小了 CAN 总线的丢包以及时延。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，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 为本发明实施例应用的通信系统的示意图；

图 2 为现有技术中无人机的结构示意图；

图 3 为本发明一实施例提供的无人机的结构示意图；

图 4 为本发明另一实施例提供的无人机的结构示意图；

图 5 为本发明又一实施例提供的无人机的结构示意图；

图 6 为本发明一实施例提供的控制链路的示意图；

图 7 为本发明一实施例提供的通信系统的测试方法的流程示意图；

图 8 为本发明另一实施例提供的通信系统的测试方法的流程示意图；

图 9 为本发明又一实施例提供的通信系统的测试方法的流程示意图；

图 10A 为本发明实施例提供的上行链路的丢包示意图；

图 10B 为本发明实施例提供的下行链路的丢包示意图；

图 11A 为本发明实施例提供的上下行链路的延时示意图；

图 11B 为本发明实施例提供的带宽示意图；

图 12 为本发明一实施例提供的通信系统的测试装置的结构示意图；

图 13 为本发明另一实施例提供的通信系统的测试装置的结构示意图。

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，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明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，本领域普通技术人员在没有作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。

本发明实施例可以应用于如图 1 所示的通信系统中。该通信系统可以包括无人机 11 和遥控器（RC，Remote control）12，其中，遥控器 12 与无人机 11 之间通信连接，遥控器 12 用于控制无人机 11。具体的，遥控器 12 可以控制无人机 11 的飞行姿态或者控制无人机 11 的负载。需要说明的是，遥控器 12 与无人机 11 之间可以直接通信，或者也可以通过中继间接通信，本发明对此不作限定。

可选的，该通信系统还可以包括终端 13，终端 13 可以与遥控器 12 通信连接，用于通过遥控器 12 与无人机 11 进行通信。终端 13 的应用程序（APP，Application program）可以用于对无人机 11 进行控制。

通常，无人机 11 包括多个控制器，具体的，可以包括通信控制器、飞行控制器和第一中心板控制器。其中，通信控制器，用于从遥控器接收控制指令，并将控制指令发送至飞行控制器或第一中心板控制器。例如，当控制指令用于控制无人机 11 的飞行姿态时，可以将该飞行指令发送至飞行控制器；当控制指令用于控制无人机 11 的负载时，可以将该飞行指令发送至第一中心板控制器。

现有技术中，如图 2 所示，通信控制器 111、飞行控制器 112 以及第一中心板控制器 113 之间基于 CAN 总线电连接。具体的，通信控制器 111 可以从遥控器 12 接收控制指令，并通过 CAN 总线将控制指令发送至飞行控制器 112 或者中心板控制器 113。另外，控制器之间除控制指令之外的其他数据也可以通过该 CAN 总线进行交互，例如通信控制 111 通过 CAN 总线将飞行控制器 112 的升级数据发送至飞行控制器 112，飞行控制器 112 与第一中心板控制器 113 之间的数据交互也通过 CAN 总线。由于通信控制器 111、飞行控制器 112 以及第一中心板控制器 113 之间的通信均基于一个 CAN 总线，因此存在 CAN 总线丢包、时延大的问题。

本实施例中，通过通信控制器 111 与飞行控制器 112 和第一中心板控制器 113 之间基于非 CAN 总线连接电连接，飞行控制器 112 用于第一中心板控制器 113 之间通过 CAN 总线电连接，以减小 CAN 总线的负荷，从而减小 CAN 总线的丢包以及时延。

图 3 为本发明一实施例提供的无人机的结构示意图。如图 3 所示，本实施例提供的无人机 11 可以包括通信控制器 111、飞行控制器（FC，Flight Controller）112 和第一中心板控制器 113。其中，所述飞行控制器 112 与所述第一中心板控制器 113 基于 CAN 总线电连接；

所述通信控制器 111 通过第一通信接口 B1 以及第一通用串行总线（USB，Universal Serial Bus）接口 A1 与所述飞行控制器 112 电连接；所述第一通信接口 B1 用于传输控制指令，所述第一 USB 接口 A1 用于传输所述飞行控制器 112 的升级数据；

所述通信控制器 111，用于从遥控器 12 接收控制指令，并将所述控制指令发送至所述第一中心板控制器 113 或所述飞行控制器 112；所述遥控器 12 用于控制所述无人机 11；

所述第一中心板控制器 113 还与所述无人机 11 的负载 14 电连接，用于将从所述通信控制器 111 接收到的所述控制指令转发至所述负载 14；

所述飞行控制器 112，用于根据所述控制指令对所述无人机 11 进行控制。

其中，对于飞行控制器 112 与第一中心板控制器 113 之间需要交互的数据，可以承载在 CAN 总线上。对于通信控制器 111 与飞行控制器 112 之间需要交互的数据，可以通过第一通信接口 B1 和第一 USB 接口 B1 交互，即可以不承载在 CAN 总线上。

考虑到飞行控制器 112 是用于对无人机 11 进行控制，用户通常对无人机的控制要求较高，这里，可以使得通信控制器 111 与飞行控制器 112 之间的交互独立于 CAN 总线。需要说明的是，本实施例中对于第一中心板控制器 113 与通信控制器 111 之间的电连接方式可以不作限定。例如，可以基于所述 CAN 总线电连接，或者也可以基于所述 CAN 总线之外的其他连接方式电连接。

其中，通信控制器 111 作为无人机 11 的控制核心，可以控制与遥控器 12 之间的码流传输，还可以实现升级相关的功能，具体可以控制飞行控制器

112 的升级。

其中，遥控器 12 发送的控制指令，可以用于控制无人机 11，或者也可以用于控制无人机 11 的负载 14。具体的，对于控制无人机 11 的控制指令，通信控制器 111 在从遥控器 12 接收该控制指令之后，可以通过第一通信接口 B1 将该控制指令发送至飞行控制器 112，飞行控制器 112 根据该控制指令对无人机 11 进行控制。对于控制无人机 11 的负载 14 的控制指令，通信控制器 111 在从遥控器 12 接去收控制指令之后，可以将该控制指令发送至第一中心板控制器 113，第一中心板控制器 113 将该控制指令转发至负载 14。另外，对于飞行控制器 112 的升级数据，通信控制器 111 可以通过第一 USB 接口 A1 发送至飞行控制器 112。

可选的，通信控制器 111 与遥控器 12 之间可以基于软件无线电（SDR，Software Defined Radio）进行通信。其中，SDR 是基于软件定义的无线通信协议而非通过硬连线实现，频带、空中接口协议和功能可通过软件下载和更新来升级，而不用完全更换硬件。通信控制器 111 与遥控器 12 之间基于 SDR 通信，可以提供通信设计的灵活性。

进一步可选的，通信控制器 111 可以为支持 SDR 通信的联芯 LC 1860 芯片。这里，遥控器使用 SDR 与通信控制器 111 通信时，上行带宽最大可以达到 12 千字节/秒（KB/s，Kilobyte per second）。

可选的，与无人机 11 建立通信连接的遥控器 12 的个数可以为一个或多个。

可选的，第一中心板控制器 113 具体可以为 M7 芯片。

需要说明的是，图 3 中以无人机 11 不包括负载 14 为例。可以理解的是，无人机 11 也可以包括负载 14，本发明对此不作限定。

需要说明的是，图 3 中以第一中心板控制器 113 与负载 14 之间直接通信为例。可选的，第一中心板控制器 113 可以与负载 14 之间基于其他控制器进行间接通信。

需要说明的是，图 3 中以第一 USB 接口 A1 为与通信控制器 111 电连接的多端口转发器的通信接口为例。可以理解的是，在不考虑节省通信控制器 111 的接口时，第一 USB 接口 A1 也可以设置在通信控制器 111 的通信接口。

需要说明的是，图 3 中以第一通信接口 B1 设置在通信控制器 111 为例。

可以理解时，在考虑节省通信控制器 111 的接口时，第一通信接口 B1 也可以为设置在于通信控制器 111 电连接的多端口转发器的通信接口。

需要说明的是，本发明实施例中 USB 接口具体可以理解为基于 USB 协议进行通信的接口。并且，快速性能是 USB 技术的突出特点之一，本发明实施例中采用 USB 接口可以提高传输速率。目前，USB 接口的最高传输率可达 12 兆比特/秒（Mb / s，megabit per second），比串口快了整整 100 倍，比并口也快了十多倍。

本实施例提供的无人机，通过飞行控制器与第一中心板控制器基于 CAN 总线电连接，通信控制器通过第一通信接口以及第一 USB 接口与飞行控制器 112 电连接，第一通信接口用于传输控制指令，第一 USB 接口用于传输飞行控制器 112 的升级数据，实现了对于飞行控制器与第一中心板控制器之间需要交互的数据，可以承载在 CAN 总线上，而对于通信控制器与飞行控制器之间需要交互的数据，可以不承载在 CAN 总线上，减小了 CAN 总线的负荷，解决了由于 CAN 总线负荷过大，导致丢包、时延大的问题，从而减小了 CAN 总线的丢包以及时延。

图 4 为本发明另一实施例提供的无人机的结构示意图。如图 4 所示，本实施例在图 3 所示实施例的基础上，主要描述了通信控制器 111 与第一中心板控制器 113 电连接的一种可选的实现方式。如图 4 所示，可选的，通信控制器 111 可以通过第二 USB 接口 A2 与第一中心板控制器 113 电连接，用于传输升级数据、日志内容、控制指令中的至少一种。

具体的，通信控制器 111 可以通过第二 USB 接口 A2 向第一中心板控制器 113 发送升级数据，第一中心板控制器 113 可以根据接收到的升级数据进行软件升级。和/或，通信控制器 111 可以通过第二 USB 接口 A2 向第一中心板控制器 113 发送控制指令，第一中心板控制器 113 可以将接收到的控制指令转发至负载 14。和/或，第一中心板控制器 113 可以接收负载 14 发送的日志内容，并通过第二 USB 接口将该日志内容发送至通信控制器 111。

需要说明的是，图 4 中以第二 USB 接口 A2 为与通信控制器 111 电连接的多端口转发器的通信接口为例。可以理解的是，在不考虑节省通信控制器 111 的接口时，第二 USB 接口 A2 也可以设置在通信控制器 111 的通信接口。

这里，通过通信控制器通过第二 USB 接口与第一中心板控制器电连接，

可以进一步减小 CAN 总线的负载。

可选的，无人机可以将负载获得的图像数据传输给遥控器，即实现图传功能。进一步可选的，为了进一步减轻 CAN 总线的负荷，如图 4 所示，通信控制器 111 可以通过第三 USB 接口 A3 与负载 14 电连接，用于传输图像数据。

可选的，这里，负载 14 可以包括如下至少一种：相机控制器、第一相机以及第二相机，所述相机控制器、第一相机以及第二相机。需要说明的是，这里以无人机 11 搭载的相机的个数最多为两个为例。

其中，相机控制器可以用于对相机获得的图像数据进行编码。可选的，通信控制器 111 可以通过第三 USB 接口 A3 从相机控制器获得经过编码的图像数据，或者，可以通过第三 USB 接口 A3 从相机获得未经过编码的图像数据。

可选的，通信控制器 111 可以通过第三 USB 接口 A3 向负载 14 发送升级数据，并由负载 14 根据接收到的升级数据进行软件升级。

需要说明的是，图 4 中以第三 USB 接口 A3 为与通信控制器 111 电连接的多端口转发器的通信接口为例。可以理解的是，在不考虑节省通信控制器 111 的接口时，第三 USB 接口 A3 也可以设置在通信控制器 111 的通信接口。

可选的，无人机 11 可以包括图像获取装置 114，并由通信控制器 111 实现图像获取装置 114 的控制。为了进一步减轻 CAN 总线的负荷，如图 4 所示，进一步可选的，通信控制器 111 可以通过第四 USB 接口 A4 与图像获取装置 114 电连接，用于传输控制指令。需要说明的是，这里的控制指令具体可以是由遥控器发送的控制指令。

其中，图像处理装置 114 可以包括控制器和图像传感器。具体的，通信控制器 111 可以通过第四 USB 接口 A4 向图像获取装置 114 包括的控制器发送控制指令，进一步的，图像获取装置 114 的控制器可以根据接收到的控制指令控制图像传感器拍摄图像。其中，图像处理装置 114 的控制器例如可以为 MA2155 芯片。

可选的，所述图像传感器 114 包括的图像传感器具体可以为第一视角摄像头。

进一步可选的，图像获取装置 114 可以将所拍摄的图像数据发送至通信控制器 111，以便于通信控制器 111 将获取到的图像数据通过遥控器发送给

终端。

需要说明的是，图 4 中以第四 USB 接口 A4 为与通信控制器 111 电连接的多端口转发器的通信接口为例。可以理解的是，在不考虑节省通信控制器 111 的接口时，第四 USB 接口 A4 也可以设置在通信控制器 111 的通信接口。

可选的，通信控制器可以包括超声波传感器 115，并由通信控制器 111 实现超声波传感器 115 的升级控制。为了进一步减轻 CAN 总线的负荷，如图 4 所示，进一步可选的，通信控制器 111 可以通过第二通信接口 B2 与超声波传感器 115 电连接，用于传输超声波传感器 115 的升级数据。具体的，通信控制器 111 可以通过第二通信接口 B2 向超声波传感器 115 发送升级数据，进一步的，超声波传感器 115 可以根据接收到的升级数据进行软件升级。其中，超声波传感器 115 例如可以为超声波 M0 芯片。

可选的，通信控制器 111 可以实现无人机 11 的导航系统功能。为了进一步减轻 CAN 总线的负荷，如图 4 所示，进一步可选的，通信控制器 111 可以通过第三通信接口 B3 与飞行控制器 112 电连接，用于传输导航相关数据。具体的，通信控制器 111 可以通过第三通信接口 B3 向飞行控制器 112 发送导航相关数据，进一步的，飞行控制器 112 可以根据接收到的导航相关数据进行飞行控制。其中，导航相关数据例如可以包括当前的经纬度坐标。

可选的，通信控制器 111 可以控制图像获取装置 114 的功能。为了进一步减轻 CAN 总线的负荷，如图 4 所示，进一步可选的，通信控制器 111 可以通过第四通信接口 B4 与所述图像获取装置 114 电连接，用于传输所述图像获取装置 114 的固件数据。具体的，通信控制器 111 可以通过第四通信接口 B4 向图像获取装置 114 的控制器发送固件数据，进一步的，图像获取装置 114 的控制器可以将接收到的固件数据写入可编程只读存储器中。

可选的，图像获取装置 114 可以与超声波传感器 115 之间通信。进一步可选的，图像获取装置 114 可以通过串行外设接口（SPI，Serial Peripheral Interface）串口与超声波传感器 115 电连接。例如，图像获取装置 114 可以从超声波传感器 115 获得超声波传感器测得的测量数据，并将图像获取装置 114 测得的测量数据与超声波传感器测得的测量数据进行数据融合。

可选的，所述第四通信接口 B4 为 SPI 串口。

可选的，上述第一通信接口、第二通信接口、第三通信接口中的至少一

个可以为异步接口。进一步可选的，上述第一通信接口、第二通信接口、第三通信接口中的至少一个可以为通用异步收发传输器（UART，Universal Asynchronous Receiver/Transmitter）接口。

可选的，如图 4 所示，通信控制器 111 可以设有 USB 接口 A；所述 USB 接口 A 与所述第一 USB 接口 A1、所述第二 USB 接口 A2、所述第三 USB 接口 A3、以及所述第四 USB 接口 A4 通过多端口转发器 116 电连接。这里，通过设置多端口转发器 116 可以使得所述第一 USB 接口 A1、所述第二 USB 接口 A2、所述第三 USB 接口 A3 以及所述第四 USB 接口 A4 可以共用通信控制器 111 的一个 USB 接口，即 USB 接口 A，从而节省了通信控制器的接口。

可选的，多端口转发器具体可以为集线器（HUB）。

可选的，多端口转发器的端口数目具体可以为 4。

考虑到当多端口转发器的端口数目过多时，实现过于复杂。可选的，多端口转发器 116 的个数为多个，多个所述多端口转发器 116 之间级联，所述 USB 接口 A 与多个所述多端口转发器 116 中的第一级多端口转发器 116 电连接，多个所述多端口转发器 116 中的任意一级多端口转发器的一个端口可以作为所述第一 USB 接口 A1、所述第二 USB 接口 A2、所述第三 USB 接口 A3、或所述第四 USB 接口 A4。

第一中心板控制器 113 除了将接收到的控制指令转发至负载 14 之外，还可以实现其他功能，可选的，第一中心板控制器 113 可以用于实现无人机 11 的电源管理。进一步可选的，第一中心板控制器 113 与负载 14 进行通信时，第一中心板控制器 113 使用通信协议，与负载 14 使用的通信协议可以不同。

进一步的，所述第一中心板控制器 113 与所述负载 14 之间连接有第二中心板控制器 117；所述第二中心板控制器 117 基于第一通信协议与所述负载 14 交互，并基于第二通信协议与所述第一中心板控制器 113 交互；所述第二中心板控制器 117，用于实现所述第一通信协议和所述第二通信协议之间转换的软件适配。可选的，第二中心板控制器 117 可以与通过第一中心板控制器 113 与通信控制器 112 的负载 14 之间通过 CAN 总线电连接。需要说明的是，这里的 CAN 总线与实现飞行控制器 112 与第一中心板控制器 113 电连接的 CAN 总线不同。

其中，所述第一通信协议例如可以为 CAN 协议，所述第二通信协议例如

可以为 SPI 协议。可替换的，当第一通信协议为 CAN 协议，第二通信协议为 SPI 协议时，第二中心板控制器 117 可以替换为可以实现 SPI 协议转 CAN 协议的协议转换芯片，例如 MCP25625 芯片。

可选的，与第二中心板控制器 117 电连接的负载 14 可以包括如下至少一种：第一云台、第二云台、第一相机、第二相机、相机控制器。其中，所述第一云台与所述第一相机电连接，所述第二云台与所述第二相机电连接，所述相机控制器与所述第二中心板控制器 117 电连接。

进一步可选的，当负载 14 包括第一云台和第二云台时，第二中心板控制器 117 具体可以为 M4 芯片。需要说明的是，当负载包括第一云台和第二云台时，第一中心板控制器 113 与第二中心板控制器 117 之间可以通过两对接口连接，其中两对接口分别与两个云台一一对应。

进一步可选的，考虑到一个云台需要使用 30KB/s 左右的带宽推送日志内容和打开，为了在链路设计上要保证一定的余量，第一中心板控制器 113 与第二中心板控制器 117 之间的两对接口可以分别采用 921600 的波特率，最大能到达 92.16KB/s。这里，如果是采用 115200 的波特率，将会导致链路的超负荷工作，从而导致严重丢包。

图 5 为本发明又一实施例提供的无人机的结构示意图。本实施例在上述实施例的基础上，主要描述了无人机的具体结构。如图 5 所示，本实施例中，多端口转发器 116 的个数为两个，且通过第三 USB 接口 A3 与通信控制器 111 电连接的负载 14 包括相机控制器（H1）、第一相机（C1）和第二相机（C2）。

如图 5 所示，通过第一中心板控制器 M7 芯片和 M4 芯片，与通信控制器 1860 芯片电连接的负载 14 可以包括 H1、C1、C2、与 C1 电连接的第一云台 M7 和与 C2 电连接的第二云台。

当 1860 芯片接收到遥控器 12 发送的用于控制第一云台的控制指令时，该 1860 可以将该控制指令通过第二 USB 接口 A2 发送至 M7 芯片，M7 芯片可以基于第二通信协议将该控制指令转发至 M4 芯片，M4 芯片可以基于第一通信协议将该控制指令转发至第一云台。

需要说明的是，图 5 中第一云台可以将用于对 C1 进行控制的控制指令，转发至 C1，第二云台可以将用于对 C2 进行控制的控制指令，转发至 C2。

可选的，图 5 中，M4 芯片与第一云台和第二云台可以基于 CAN 总线电

连接。考虑到 CAN 总线的通讯速率设置的过大，会导致通信过程中进出中断的间隔降低，CAN 总线的通讯速率设置的过小会导致链路的超负荷工作，从而导致严重丢包，这里该 CAN 总线的通讯速率可以是 1Mbps，最大能够支持 72KB/s 的带宽流量。

进一步可选的，基于图 5 所示的无人机的结构，云台、相机的控制链路可以如图 6 所示。

本发明实施例还提供一种通信系统，遥控器 12 以及上述实施例任一项所述的无人机 11。可选的，本实施例提供的通信系统还可以包括：终端 13。

在上述通信系统的基础上，本发明实施例还可以提供一种通信系统的测试方法。图 7 为本发明一实施例提供的通信系统的测试方法的流程示意图，本实施例提供的测试方法可以应用于上述通信系统中的终端 13。如图 7 所示，本实施例提供的测试方法可以包括：

步骤 701，获取用户输入的测试信息。

本步骤中，可选的，可以在终端的 APP 中向用户提供设置测试信息的界面，用户可以在该界面中输入测试信息。其中，该测试信息用于对终端 13->遥控器 12->无人机 11 的通信链路（即，上行链路）进行测试。测试信息可以用于表示对上行链路进行测试的具体测试方式。

可选的，所述测试信息包括下述中的一种或多种：测试指令的发送时长、测试指令的发送频率、测试指令的长度。需要说明的是，在对链路进行测试时，通常是需要在一段时间内以一定频率发送一定长度的测试指令。其中，该一段时间具体可以为上述测试指令的发送时长，该一定频率具体可以为上述测试指令的发送频率，该一定长度具体可以为上述测试指令的长度。当测试信息中不包括某一项时，可以认为该项为默认项，例如，当测试信息中不包括发送时长时，可以默认该一段时间为 30 分钟。

步骤 702，根据所述测试信息，依次向无人机的所述负载发送多条第一测试指令。

本步骤中，所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加。其中，所述第一时间戳可以用于确定上行链路的延时，所述第一序号可以用于确定上行链路的丢包。

具体的，可以根据无人机接收第一测试指令的接收时间以及该第一测试

指令中包括的第一时间戳可以确定该第一测试指令的延时。例如，第一测试指令的接收时间为 2018 年 11 月 28 日 11 点 29 分 20 秒，该第一测试指令中包括的第一时间戳为 2018 年 11 月 28 日 11 点 29 分 19 秒，则可以确定该第一测试指令的延时为 1 秒。

具体的，可以根据无人机接收的多条第一测试指令中分别包括的第一序号，确定上行链路的丢包。例如，无人机接收到多条第一测试指令，且多条第一测试指令中包括的第一序号分别为 1、3、4、5、6、7，则可以确定第一序号为 2 的第一测试指令发生丢包问题。

其中，所述第一测试指令是需要由终端 13 通过遥控器 12 发送至无人机 11 的负载 14 的指令。结合图 3 可知，第一测试指令在无人机 11 内部可以经由通信控制器 111 和第一中心板控制器 113 发送至负载 14。结合图 4 和图 5 可知，第一测试指令在无人机 11 内部可以经由通信控制器 111、第一中心板控制器 113 和第二中心板控制器 117 发送至负载 14。

本实施例提供的通信系统的测试方法，通过获取用户输入的测试信息，根据所述测试信息，依次向无人机的所述负载发送多条第一测试指令，所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加，使得可以根据无人机终端向无人机之间发送的第一测试指令，完成对上行链路的测试，与现有技术中采用硬件工具和上位机软件辅助进行链路测试相比，减小了测试的局限性。具体的，采用硬件工具和上位机软件辅助进行链路测试，需要固定的工位，使用专门的工具和投入专员进行测试，并且只有在无人机不飞行的情况才能进行测试，只能适用于整机出厂的时候进行测试。然而，本发明实施例提供的测试方法，在无人机飞行或者不飞行的情况下均可以进行测试，并且，无需固定的工位，无需使用专门的工具，无需投入专员即可进行测试。

图 8 为本发明另一实施例提供的通信系统的测试方法的流程示意图，本实施例提供的测试方法可以应用于上述通信系统中的无人机 11。如图 8 所示，本实施例提供的测试方法可以包括：

步骤 801，接收多条第一测试指令。

本步骤中，所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加。可以理解的是，步骤 801

具体可以包括：依次接收多条第一测试指令。需要说明的是，步骤 801 中接收第一测试指令的顺序可以与第一测试指令中包括的第一序号的顺序一致或者不一致，本发明对此不作限定。例如，可以先接收到第一序号为 1 的第一测试指令，再接收到第一序号为 3 的第一测试指令，之后再接收到第一序号为 2 的第一测试指令。

由于所述第一测试指令是由终端 13 通过遥控器 12 发送至无人机 11 的负载 14 的指令。因此，所述无人机中用于向负载 14 转发的任意一个或多个控制器均可以接收第一测试指令。结合图 3 可知，无人机 11 内部可以接收第一测试指令的控制器可以包括通信控制器 111 和第一中心板控制器 113。结合图 4 和图 5 可知，无人机 11 内部可以接收第一控制指令的控制器可以包括：通信控制器 111、第一中心板控制器 113 和第二中心板控制器 117。

步骤 802，存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系。

本步骤中，可选的，可以将所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系存储在特定的文件中，例如，文本文件，Excel 文件等。具体的，可以由无人机中转发第一测试指令的任意一个或多个控制器存储所述第一测试指令与该控制器接收所述第一测试指令的接收时间的对应关系。例如，第一中心板控制器，第二中心板控制器等。

这里，由于第一测试指令中包括了第一时间戳和第一序号，因此基于无人机存储的对应关系可以得到上行链路的链路状态，从而实现对上行链路的测试。

需要说明的是，对于存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系的具体方式，本发明可以不作限定。例如，可以分别将第一测试指令和第一测试指令的接收时间以表格的方式进行对应存储。

本实施例提供的通信系统的测试方法，通过接收多条第一测试指令，存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系，由于第一测试指令中包括了第一时间戳和第一序号，因此基于无人机存储的对应关系可以得到上行链路的测试结果，从而实现对上行链路的测试。

图 9 为本发明又一实施例提供的通信系统的测试方法的流程示意图，本实施例提供的测试方法在图 7、图 8 所示实施例的基础上，主要描述了终端

13 与无人机 11 的交互过程。如图 9 所示，本实施例提供的测试方法可以包括：

步骤 901，终端获取用户输入的第一测试信息。

本步骤中，所述第一测试信息包括下述中的一种或多种：测试指令的发送时长、测试指令的发送频率、测试指令的长度。

需要说明的是，步骤 901 与步骤 701 类似，在此不再赘述。

步骤 902，所述终端根据所述第一测试信息，依次向无人机的所述负载发送多条第一测试指令。

本步骤中，所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加。

需要说明的是，步骤 902 与步骤 702 类似，在此不再赘述。

步骤 903，所述无人机存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的第一对应关系。

本步骤中，由于第一测试指令中的第一时间戳可以用于确定时延参数，第一测试指令中的第一序号可以用于确定丢包参数，因此，可选的，当测试上行链路的丢包参数和时延参数时，步骤 903 具体可以包括：存储所述第一测试指令的第一时间戳和第一序号，与所述第一测试指令的接收时间的第一对应关系。

进一步可选的，在存储的过程中，可以根据所述多条第一测试指令的接收顺序，依次存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的第一对应关系。这里，根据第一测试指令的接收顺序，依次存储第一测试指令与第一测试指令的对应关系，可以便于基于对应关系确定上行链路的测试结果。例如，假设第一中心板控制器首先在时间 1 接收到第一测试指令 a，然后在时间 2 接收到第一测试指令 b，之后在时间 3 接收到第一测试指令 c，则所存储的第一对应关系例如可以如下表 1。

表 1

接收时间	时间戳	序号
时间 1	a1	a2
时间 2	b1	b2
时间 3	c1	c2

其中，a1 表示第一测试指令 a 的第一时间戳，a2 表示第一测试指令 a 的第一序号；b1 表示第一测试指令 b 的第一时间戳，b2 表示第一测试指令 b 的第一序号；c1 表示第一测试指令 c 的第一时间戳，c2 表示第一测试指令 c 的第一序号。

可选的，可以由无人机根据接收到的第一测试指令，确定测试结果。具体的，可以所述无人机中转发所述第一测试指令的任意一个或多个控制器根据接收到的第一测试指令，确定测试结果，例如可以由上述第一中心板控制器或第二中心板控制器，根据接收到的第一测试指令，确定测试结果。

进一步可选的，步骤 903 之后还可以包括如下步骤：根据存储的所述第一对应关系，确定所述多条第一测试指令各自的接收时间，以及所述多条第一测试指令各自包括的第一时间戳；根据所述多条第一测试指令各自的接收时间，以及所述多条第一测试指令各自包括的第一时间戳，确定时延参数。可选的，所述时延参数可以包括平均时延和/或最大时延等。

和/或，步骤 903 之后还可以包括如下步骤：根据存储的所述第一对应关系，确定所述多条第一测试指令各自包括的第一序号；根据所述多条第一测试指令各自包括的第一序号，确定丢包参数。可选的，所述丢包参数可以包括丢包率和/或丢包量等。

可以理解的是，可替换的，也可以由无人机之外的其他设备确定测试结果。

可选的，可以对无人机 11 至终端 13 的通信链路进行测试。相应的，还可以包括如下步骤 904 至步骤 906。需要说明的是，步骤 904 至步骤 906 与步骤 901 至步骤 903 之间并没有先后顺序的限制。

步骤 904，所述无人机获取用户输入的第二测试信息。

本步骤中，可选的，可以由无人机中用于将遥控器发送的控制指令转发负载 14 的任意一个或多个控制器获取用户输入的第二测试信息。其中，该第二测试信息可以用于对无人机 11->遥控器 12->终端 13 的通信链路（即，下行链路）进行测试。第二测试信息可以用于表示对下行链路进行测试的具体测试方式。

可选的，可以由上述第二中心板控制器和/或第一中心板控制器获取用户输入的第二测试信息。

可选的，所述第二测试信息包括下述中的一种或多种：测试指令的发送时长、测试指令的发送频率、测试指令的长度。

步骤 905，所述无人机根据所述第二测试信息，依次向终端发送多条第二测试指令。

本步骤中，所述第二测试指令包括第二序号以及用于表示发送时间的第二时间戳，所述第二序号按照发送顺序依次累加。具体的，可以由无人机中用于将遥控器发送的控制指令转发负载 14 的任意一个或多个控制器根据所述第二测试信息，依次向终端发送多条第二测试指令。

这里，无人机根据第二测试信息向终端发送第二测试指令的具体方式，与终端根据第一测试信息向无人机的负载发送第一测试指令的具体方式类似，在此不再赘述。

步骤 906，所述终端存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的第二对应关系。

本步骤中，与无人机存储第一对应关系类似，可选的，步骤 908 具体可以包括：存储所述第二测试指令的第二时间戳和第二序号，与所述第二测试指令的接收时间的第二对应关系。进一步可选的，所述存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系，包括：根据所述多条第二测试指令的接收顺序，依次存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系。

与无人机类似，进一步可选的，步骤 906 之后还可以包括：所述终端根据存储的所述第二对应关系，确定所述多条第二测试指令各自的接收时间，以及所述多条第二测试指令各自包括的第二时间戳；根据所述多条第二测试指令各自的接收时间，以及所述多条第二测试指令各自包括的第二时间戳，确定时延参数。

和/或，步骤 906 之后还可以包括：所述终端根据存储的所述第二对应关系，确定所述多条第二测试指令各自包括的第二序号；所述终端根据存储的所述第二对应关系，确定所述多条第二测试指令各自包括的第二序号，确定丢包参数。

本实施例提供的通信系统的测试方法，通过终端根据用户输入的第一测试信息向无人机发送第一测试指令，无人机存储第一测试指令与第一测试指

令的接收时间的对应关系，无人机根据用户输入的第二测试信息向终端发送第二测试指令，终端存储第二测试指令与第二测试指令的接收时间的对应关系，可以实现对于上行链路以及下行链路的测试。

基于图 5 或图 6，对于 APP->RC->1860->M7->M4->云台的上行链路的丢情况的测试结果可以如图 10A 所示。基于图 10A 进行分析可以看出，由于无人机启动时会有不稳定的状态，所以前 4 组数据的丢包大多是由于启动时的不稳定因素导致，目前通过压测结果来看，单个上行仍有 10K 左右的稳定余量，再加大上行负载量，丢包率将指数性增长，并影响云台 CAN 大的接收。因此，可以将 SDK 的带宽限制为 12K。

基于图 5 或图 6，对于 M4->M7->1860->RC->APP 的下行链路的丢包情况的测试结果可以如图 10B 所示，在测试条件过程中，在 M4 端控制增加数据流量，然后到 AAP 端接收测试命令，如果测试命令有丢包现象，则可以统计丢包率。基于图 10B 进行分析可以看出，下行带宽余量足够，通过压测 M4 和 M7 之间的串口无丢包发生，链路丢包率较低。

基于图 5 或图 6，对于 APP->RC->1860->M7->M4->云台的上行链路，以及 M4->M7->1860->RC->APP 的下行链路，压测 6K 数据时（对链路额外增加 6KB/S 的数据，进行压力测试，即，观测在达到什么样的带宽条件下出现丢包延时额的问题)延时情况的测试结果可以如图 11A 所示。需要说明的是，图 11A 中横坐标表示测试指令的序号，纵坐标表示时间差，单位为毫秒（ms）。

基于图 5 或图 6，对于图 6 中的 APP 至相机 C1、C2 的 2 条上行链路，以及相机 C1 和 C2 至 APP 的 2 条下行链路的带宽情况的测试结果可以如图 11B 所示，其中，上面两条线对应两个云台相机向 APP 端下传的带宽流量值，下面两条线对应 APP 端向上行通道发送的控制指令的带宽流量值。图 11B 中横坐标表示时间，纵坐标表示带宽，单位为字节/秒（Byte/s）。

本发明实施例中还提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有程序指令，所述程序执行时可包括如上述各方法实施例中的通信系统的测试方法的部分或全部步骤。

本发明实施例提供一种计算机程序，当所述计算机程序被计算机执行时，用于实现上述任一方法实施例中的通信系统的测试方法。

图 12 为本发明一实施例提供的通信系统的测试装置的结构示意图，本实

施例提供的测试装置，应用于上述通信系统的终端。如图 12 所示，本实施例提供的通信系统的测试装置可以包括：处理器 121 和通信接口 122；

所述处理器 121，用于获取用户输入的测试信息；

所述处理器 121，还用于根据所述测试信息，通过所述通信接口 122 依次向无人机的所述负载发送多条第一测试指令；所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加。

可选的，所述测试信息包括下述中的一种或多种：

测试指令的发送时长、测试指令的发送频率、测试指令的长度。

可选的，所述处理器 121，还用于：通过所述通信接口 122 从所述无人机接收多条第二测试指令；所述第二测试指令包括第二序号以及用于表示发送时间的第二时间戳，所述第二序号按照发送顺序依次累加；

存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系。

可选的，所述处理器 121 用于存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系，具体包括：

存储所述第二测试指令的第二时间戳和第二序号，与所述第二测试指令的接收时间的对应关系。

可选的，所述处理器 121 用于存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系，具体包括：

根据所述多条第二测试指令的接收顺序，依次存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系。

可选的，所述处理器 121 还用于：

根据所述多条第二测试指令各自的接收时间，以及所述多条第二测试指令各自包括的第二时间戳，确定时延参数。

可选的，所述处理器 121 还用于：

根据所述多条第二测试指令各自包括的第二序号，确定丢包参数。

本实施例提供的通信系统的测试装置，可以用于执行本发明上述方法实施例中终端的技术方案，其实现原理和技术效果类似，此处不再赘述。

图 13 为本发明另一实施例提供的通信系统的测试装置的结构示意图，本实施例提供的测试装置，应用于上述通信系统的无人机。如图 13 所示，本实

施例提供的通信系统的测试装置可以包括：目标控制器 131 和通信接口 132，所述目标控制器为所述无人机中将遥控器发送的控制指令转发至所述负载的控制器，所述遥控器用于控制所述无人机；

所述目标控制器 131，用于通过所述通信接口 132 接收多条第一测试指令；所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加；

所述目标控制器 131，还用于存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系。

可选的，所述目标控制器 131 用于存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系，具体包括：

存储所述第一测试指令的第一时间戳和第一序号，与所述第一测试指令的接收时间的对应关系。

可选的，所述目标控制器 131 用于存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系，具体包括：

根据所述多条第一测试指令的接收顺序，依次存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系。

可选的，所述目标控制器 131 还用于：

根据所述多条第一测试指令各自的接收时间，以及所述多条第一测试指令各自包括的第一时间戳，确定时延参数。

可选的，所述目标控制器 131 还用于：

根据所述多条第一测试指令各自包括的第一序号，确定丢包参数。

可选的，所述目标控制器 131 还用于：

获取用户输入的测试信息；

根据所述测试信息，通过通信接口 132 依次向终端发送多条第二测试指令；所述第二测试指令包括第二序号以及用于表示发送时间的第二时间戳，所述第二序号按照发送顺序依次累加。

可选的，所述测试信息包括下述中的一种或多种：

测试指令的发送时长、测试指令的发送频率、测试指令的长度。

可选的，所述目标控制器 131 包括下述控制器中的一种或多种：所述第一中心板控制器、所述通信控制器。

可选的，所述第一中心板控制器用于实现所述无人机的电源管理，所述第一中心板控制器与所述负载之间连接有第二中心板控制器；

所述第二中心板控制器基于第一通信协议与所述负载交互，并基于第二通信协议与所述第一中心板控制器交互；

所述第二中心板控制器，用于实现所述第一通信协议和所述第二通信协议之间转换的软件适配；

所述控制器 131 还包括：所述第二中心板控制器。

本实施例提供的通信系统的测试装置，可以用于执行本发明上述方法实施例中终端的技术方案，其实现原理和技术效果类似，此处不再赘述。

本发明实施例还提供一种通信系统的测试系统，包括图 12 所示实施例提供的通信系统的测试装置，以及图 13 所示实施例提供的通信系统的测试装置。

本领域普通技术人员可以理解：实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程序在执行时，执行包括上述各方法实施例的步骤；而前述的存储介质包括：ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1、一种无人机，其特征在于，包括：通信控制器、第一中心板控制器和飞行控制器；其中，所述飞行控制器与所述第一中心板控制器基于控制器局域网络 CAN 总线电连接；

所述通信控制器通过第一通信接口以及第一通用串行总线USB接口与所述飞行控制器电连接；所述第一通信接口用于传输控制指令，所述第一 USB 接口用于传输所述飞行控制器的升级数据；

所述通信控制器，用于从遥控器接收控制指令，并将所述控制指令发送至所述第一中心板控制器或所述飞行控制器；所述遥控器用于控制所述无人机；

所述第一中心板控制器还与所述无人机的负载电连接，用于将从所述通信控制器接收到的所述控制指令转发至所述负载；

所述飞行控制器，用于根据所述控制指令对所述无人机进行控制。

2、根据权利要求 1 所述的无人机，其特征在于，所述通信控制器通过第二USB接口与所述第一中心板控制器电连接，用于传输升级数据、日志内容、控制指令中的至少一种。

3、根据权利要求 2 所述的无人机，其特征在于，所述通信控制器通过第三 USB 接口与所述负载电连接，用于传输图像数据。

4、根据权利要求 3 所述的无人机，其特征在于，所述通信控制器通过第四 USB 接口与图像获取装置电连接，用于传输控制指令。

5、根据权利要求 4 所述的无人机，其特征在于，所述通信控制器通过第二通信接口与超声波传感器电连接，用于传输所述超声波传感器的升级数据。

6、根据权利要求 5 所述的无人机，其特征在于，所述通信控制器通过第三通信接口与所述飞行控制器电连接，用于传输导航相关数据。

7、根据权利要求 6 所述的无人机，其特征在于，所述通信控制器通过第四通信接口与所述图像获取装置电连接，用于传输所述图像获取装置的固件数据。

8、根据权利要求 7 所述的无人机，其特征在于，所述第一、第二、第三通信接口中的至少一个为 UART 接口；

或/及，所述图像获取装置包括第一视角摄像头；

或/及，所述第四通信接口为 SPI 串口；

或/及，所述图像获取装置通过 SPI 串口与所述超声波传感器电连接。

9、根据权利要求 8 所述的无人机，其特征在于，所述通信控制器设有 USB 接口 A；所述 USB 接口 A 与所述第一 USB 接口、所述第二 USB 接口、所述第三 USB 接口、以及所述第四 USB 接口通过多端口转发器电连接。

10、根据权利要求 9 所述的无人机，其特征在于，所述多端口转发器的个数为多个，多个所述多端口转发器之间级联，所述 USB 接口 A 与多个所述多端口转发器中的第一级多端口转发器级联，多个所述多端口转发器中的任意一级多端口转发器的端口作为所述第一 USB 接口、所述第二 USB 接口、所述第三 USB 接口、或所述第四 USB 接口。

11、根据权利要求 9 或 10 所述的无人机，其特征在于，所述多端口转发器为集线器；

所述负载包括如下至少一种：相机控制器、第一相机以及第二相机，所述相机控制器、第一相机以及第二相机通过所述第三 USB 接口与所述通信控制器电连接。

12、根据权利要求 1-10 任一项所述的无人机，其特征在于，所述第一中心板控制器用于实现所述无人机的电源管理，所述第一中心板控制器与所述负载之间连接有第二中心板控制器；

所述第二中心板控制器基于第一通信协议与所述负载交互，并基于第二通信协议与所述第一中心板控制器交互；

所述第二中心板控制器，用于实现所述第一通信协议和所述第二通信协议之间转换的软件适配。

13、根据权利要求 12 所述的无人机，其特征在于，所述负载包括如下至少一种：第一云台、第二云台、第一相机、第二相机、相机控制器，所述第一云台与所述第一相机电连接，所述第二云台与所述第二相机电连接，所述相机控制器、所述第一云台和所述第二云台均与所述第二中心板控制器电连接。

14、根据权利要求 1-10 任一项所述的无人机，其特征在于，所述通信控制器为联芯 LC 1860 芯片。

15、一种通信系统，其特征在于，包括：遥控器以及权利要求 1-14 任一

项所述的无人机。

16、根据权利要求 15 所述的通信系统，其特征在于，还包括：终端，所述终端的应用程序 APP 用于对所述无人机进行控制；

所述终端与所述遥控器之间通信连接，通过所述遥控器向所述无人机发送控制指令。

17、一种通信系统的测试方法，应用于权利要求 16 的通信系统的所述终端，其特征在于，包括：

获取用户输入的测试信息；

根据所述测试信息，依次向无人机的所述负载发送多条第一测试指令；所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加。

18、根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述测试信息包括下述中的一种或多种：

测试指令的发送时长、测试指令的发送频率、测试指令的长度。

19、根据权利要求 17 或 18 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：接收多条第二测试指令；所述第二测试指令包括第二序号以及用于表示发送时间的第二时间戳，所述第二序号按照发送顺序依次累加；

存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系。

20、根据权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系，包括：

存储所述第二测试指令的第二时间戳和第二序号，与所述第二测试指令的接收时间的对应关系。

21、根据权利要求 19 或 20 所述的方法，其特征在于，所述存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系，包括：

根据所述多条第二测试指令的接收顺序，依次存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系。

22、根据权利要求 19-21 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据存储的所述对应关系，确定所述多条第二测试指令各自的接收时间，以及所述多条第二测试指令各自包括的第二时间戳；

根据所述多条第二测试指令各自的接收时间，以及所述多条第二测试指令各自包括的第二时间戳，确定时延参数。

23、根据权利要求 19-22 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据存储的所述对应关系，确定所述多条第二测试指令各自包括的第二序号；

根据所述多条第二测试指令各自包括的第二序号确定丢包参数。

24、一种通信系统的测试方法，应用于权利要求 16 的通信系统的所述无人机，其特征在于，包括：

接收多条第一测试指令；所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加；

存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系。

25、根据权利要求 24 所述的方法，其特征在于，所述存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系，包括：

存储所述第一测试指令的第一时间戳和第一序号，与所述第一测试指令的接收时间的对应关系。

26、根据权利要求 24 或 25 所述的方法，其特征在于，所述存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系，包括：

根据所述多条第一测试指令的接收顺序，依次存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系。

27、根据权利要求 24-26 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据存储的所述对应关系，确定所述多条第一测试指令各自的接收时间，以及所述多条第一测试指令各自包括的第一时间戳；

根据所述多条第一测试指令各自的接收时间，以及所述多条第一测试指令各自包括的第一时间戳，确定时延参数。

28、根据权利要求 24-27 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据存储的所述对应关系，确定所述多条第一测试指令各自包括的第一序号；

根据所述多条第一测试指令各自包括的第一序号，确定丢包参数。

29、根据权利要求 24-28 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

获取用户输入的测试信息；

根据所述测试信息，依次向终端发送多条第二测试指令；所述第二测试指令包括第二序号以及用于表示发送时间的第二时间戳，所述第二序号按照发送顺序依次累加。

30、根据权利要求 29 所述的方法，其特征在于，所述第二测试信息包括下述中的一种或多种：

测试指令的发送时长、测试指令的发送频率、测试指令的长度。

31、一种通信系统的测试方法，应用于权利要求 16 的通信系统，其特征在于，包括：

终端获取用户输入的第一测试信息；

所述终端根据所述第一测试信息，依次向无人机的所述负载发送多条第一测试指令；所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加；

所述无人机接收所述多条第一测试指令；

所述无人机存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的第一对应关系。

32、根据权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述第一测试信息包括下述中的一种或多种：

测试指令的发送时长、测试指令的发送频率、测试指令的长度。

33、根据权利要求 31 或 32 所述的方法，其特征在于，所述无人机存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的第一对应关系，包括：

存储所述第一测试指令的第一时间戳和第一序号，与所述第一测试指令的接收时间的第一对应关系。

34、根据权利要求 31-33 任一项所述的方法，其特征在于，所述无人机存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的第一对应关系，包括：

根据所述多条第一测试指令的接收顺序，依次存储所述第一测试指令与

所述第一测试指令的接收时间的第一对应关系。

35、根据权利要求 31-34 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述无人机根据存储的所述第一对应关系，确定根据所述多条第一测试指令各自的接收时间，以及所述多条第一测试指令各自包括的第一时间戳；

所述无人机根据所述多条第一测试指令各自的接收时间，以及所述多条第一测试指令各自包括的第一时间戳，确定时延参数。

36、根据权利要求 31-35 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述无人机根据存储的所述第一对应关系，确定所述多条第一测试指令各自包括的第一序号；

根据所述多条第一测试指令各自包括的第一序号，确定丢包参数。

37、根据权利要求 31-36 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述无人机获取用户输入的第二测试信息；

所述无人机根据所述第二测试信息，依次向所述终端发送多条第二测试指令；所述第二测试指令包括第二序号以及用于表示发送时间的第二时间戳，所述第二序号按照发送顺序依次累加；

所述终端接收多条所述第二测试指令；

所述终端存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的第二对应关系。

38、根据权利要求 37 所述的方法，其特征在于，所述第二测试信息包括下述中的一种或多种：

测试指令的发送时长、测试指令的发送频率、测试指令的长度。

39、根据权利要求 37 或 38 所述的方法，其特征在于，所述终端存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的第二对应关系，包括：

存储所述第二测试指令的第二时间戳和第二序号，与所述第二测试指令的接收时间的第二对应关系。

40、根据权利要求 37-39 任一项所述的方法，其特征在于，所述终端存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的第二对应关系，包括：

根据所述多条第二测试指令的接收顺序，依次存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的第二对应关系。

41、根据权利要求 37-40 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述终端根据存储的所述第二对应关系，确定所述多条第二测试指令各自的接收时间，以及所述多条第二测试指令各自包括的第二时间戳；

所述终端根据所述多条第二测试指令各自的接收时间，以及所述多条第二测试指令各自包括的第二时间戳，确定时延参数。

42、根据权利要求 37-41 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述终端根据存储的所述第二对应关系，确定所述多条第二测试指令各自包括的第二序号；

所述终端根据所述多条第二测试指令各自包括的第二序号，确定丢包参数。

43、一种通信系统的测试装置，应用于权利要求 16 的通信系统的所述终端，其特征在于，包括：处理器和通信接口；

所述处理器，用于获取用户输入的测试信息；

所述处理器，还用于根据所述测试信息，通过所述通信接口依次向无人机的所述负载发送多条第一测试指令；所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加。

44、根据权利要求 43 所述的装置，其特征在于，所述测试信息包括下述中的一种或多种：

测试指令的发送时长、测试指令的发送频率、测试指令的长度。

45、根据权利要求 43 或 44 所述的装置，其特征在于，所述处理器，还用于：通过所述通信接口从所述无人机接收多条第二测试指令；所述第二测试指令包括第二序号以及用于表示发送时间的第二时间戳，所述第二序号按照发送顺序依次累加；

存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系。

46、根据权利要求 45 所述的装置，其特征在于，所述处理器用于存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系，具体包括：

存储所述第二测试指令的第二时间戳和第二序号，与所述第二测试指令的接收时间的对应关系。

47、根据权利要求 45 或 46 所述的装置，其特征在于，所述处理器用于存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系，具体包括：

根据所述多条第二测试指令的接收顺序，依次存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的对应关系。

48、根据权利要求 45-47 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于：

根据存储的所述对应关系，确定所述多条第二测试指令各自的接收时间，以及所述多条第二测试指令各自包括的第二时间戳；

根据所述多条第二测试指令各自的接收时间，以及所述多条第二测试指令各自包括的第二时间戳，确定时延参数。

49、根据权利要求 45-48 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于：

根据存储的所述对应关系，确定所述多条第二测试指令各自包括的第二序号；

根据所述多条第二测试指令各自包括的第二序号，确定丢包参数。

50、一种通信系统的测试装置，应用于权利要求 16 的通信系统的所述无人机，其特征在于，包括：目标控制器和通信接口，所述目标控制器为所述无人机中将遥控器发送的控制指令转发至所述负载的控制器，所述遥控器用于控制所述无人机；

所述目标控制器，用于通过所述通信接口接收多条第一测试指令；所述第一测试指令包括第一序号以及用于表示发送时间的第一时间戳，所述第一序号按照发送顺序依次累加；

所述目标控制器，还用于存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系。

51、根据权利要求 50 所述的装置，其特征在于，所述目标控制器用于存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系，具体包括：

存储所述第一测试指令的第一时间戳和第一序号，与所述第一测试指令

的接收时间的对应关系。

52、根据权利要求 50 或 51 所述的装置，其特征在于，所述目标控制器用于存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系，具体包括：

根据所述多条第一测试指令的接收顺序，依次存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系。

53、根据权利要求 50-52 任一项所述的装置，其特征在于，所述目标控制器还用于：

根据存储的所述对应关系，确定所述多条第一测试指令各自的接收时间，以及所述多条第一测试指令各自包括的第一时间戳；

根据所述多条第一测试指令各自的接收时间，以及所述多条第一测试指令各自包括的第一时间戳，确定时延参数。

54、根据权利要求 50-53 任一项所述的装置，其特征在于，所述目标控制器还用于：

根据存储的所述对应关系，确定所述多条第一测试指令各自包括的第一序号；

根据所述多条第一测试指令各自包括的第一序号，确定丢包参数。

55、根据权利要求 50-54 任一项所述的装置，其特征在于，所述目标控制器还用于：

获取用户输入的测试信息；

根据所述测试信息，通过所述通信接口依次向终端发送多条第二测试指令；所述第二测试指令包括第二序号以及用于表示发送时间的第二时间戳，所述第二序号按照发送顺序依次累加。

56、根据权利要求 55 所述的装置，其特征在于，所述测试信息包括下述中的一种或多种：

测试指令的发送时长、测试指令的发送频率、测试指令的长度。

57、根据权利要求 50-56 任一项所述的装置，其特征在于，所述目标控制器包括下述控制器中的一种或多种：

所述第一中心板控制器、所述通信控制器。

58、根据权利要求 50-56 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一中

心板控制器用于实现所述无人机的电源管理，所述第一中心板控制器与所述负载之间连接有第二中心板控制器；

所述第二中心板控制器基于第一通信协议与所述负载交互，并基于第二通信协议与所述第一中心板控制器交互；

所述第二中心板控制器，用于实现所述第一通信协议和所述第二通信协议之间转换的软件适配；

所述控制器还包括所述第二中心板控制器。

59、一种通信系统的测试系统，其特征在于，包括权利要求 43-49 任一项所述的通信系统的测试装置，以及权利要求 50-58 任一项所述的通信系统的测试装置。

60、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序包含至少一段代码，所述至少一段代码可由计算机执行，以控制所述计算机执行如权利要求 17-23 任一项所述的通信系统的测试方法。

61、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序包含至少一段代码，所述至少一段代码可由计算机执行，以控制所述计算机执行如权利要求 24-30 任一项所述的通信系统的测试方法。

62、一种计算机程序，其特征在于，当所述计算机程序被计算机执行时，用于实现如权利要求 17-23 任一项所述的通信系统的测试方法。

63、一种计算机程序，其特征在于，当所述计算机程序被计算机执行时，用于实现如权利要求 24-30 任一项所述的通信系统的测试方法。


无人机
11
遥控器
12
终端
13

图 1

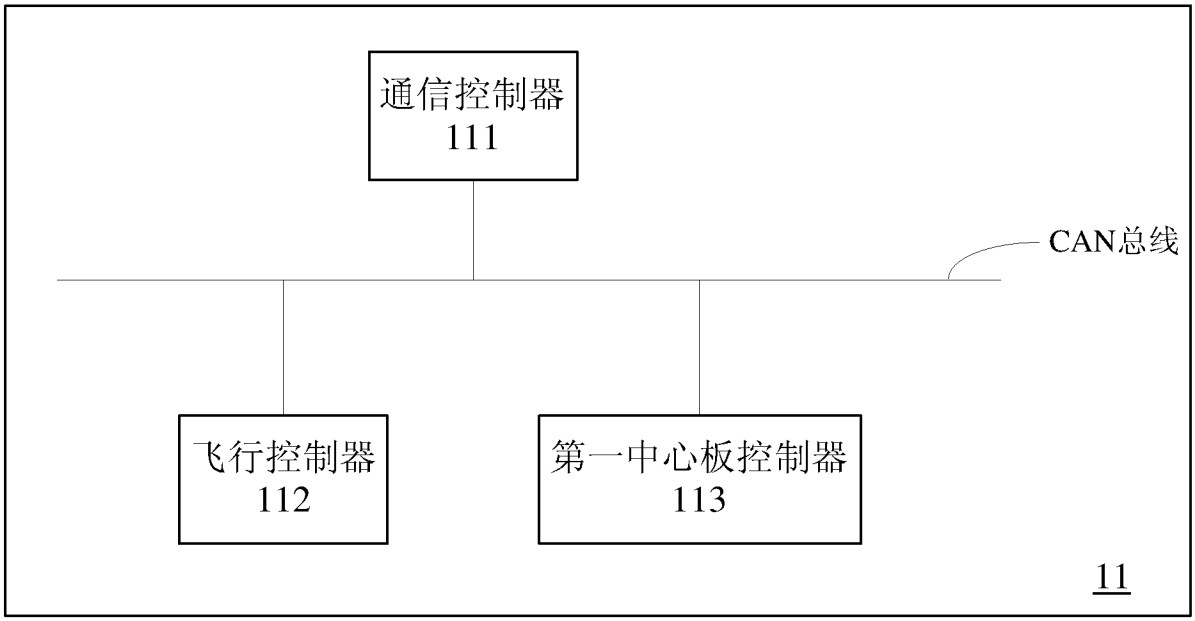

通信控制器
111
CAN总线
飞行控制器
112
第一中心板控制器
113
11

图 2

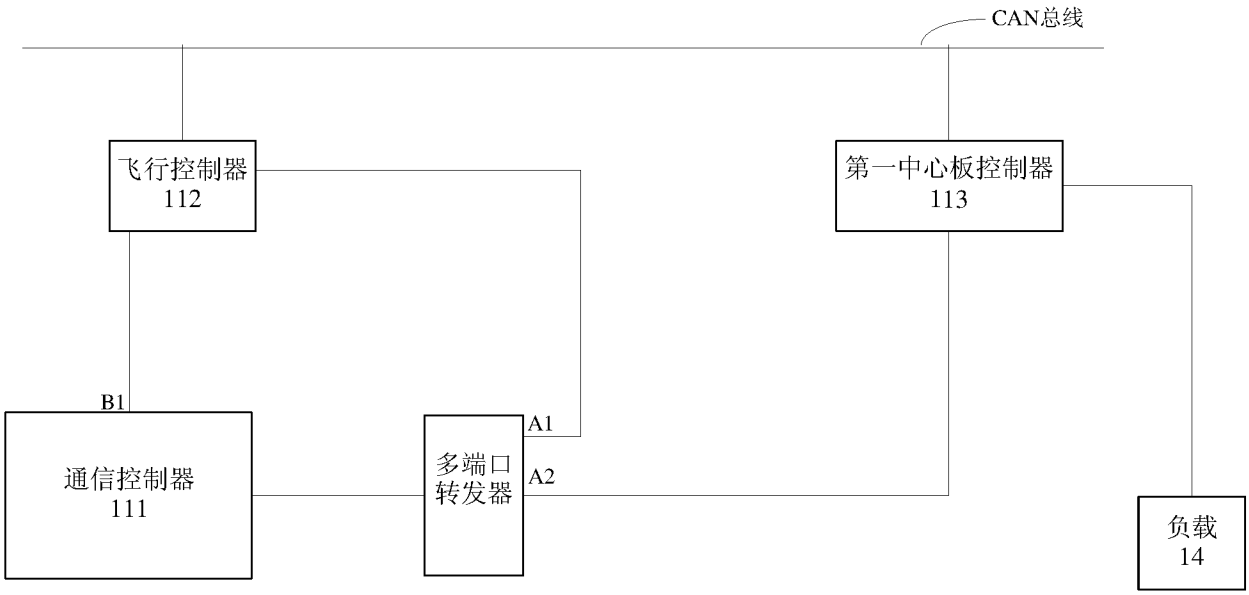

CAN总线
飞行控制器
112
第一中心板控制器
113
B1
通信控制器
111
多端口
转发器
A1
A2
负载
14

图 3

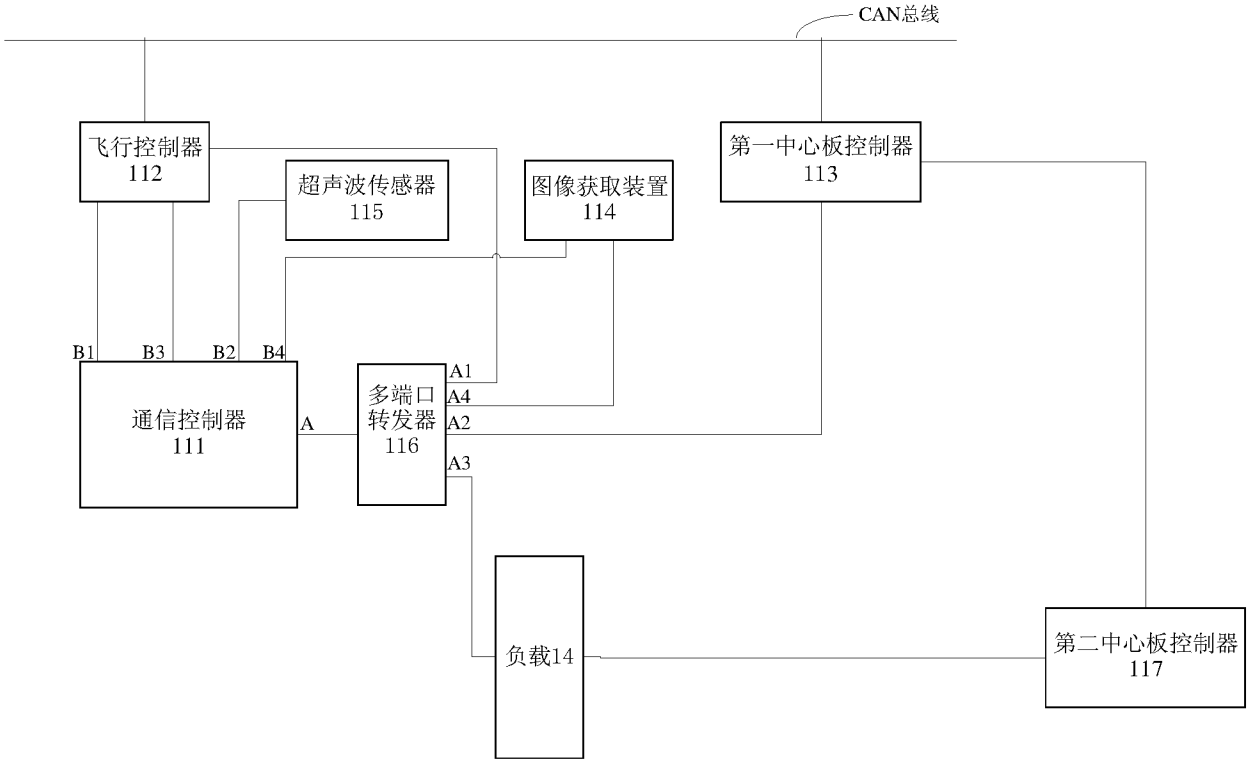

CAN总线
飞行控制器
112
超声波传感器
115
图像获取装置
114
第一中心板控制器
113
B1
B3
B2
B4
通信控制器
111
A
多端口
转发器
116
A1
A4
A2
A3
负载14
第二中心板控制器
117

图 4

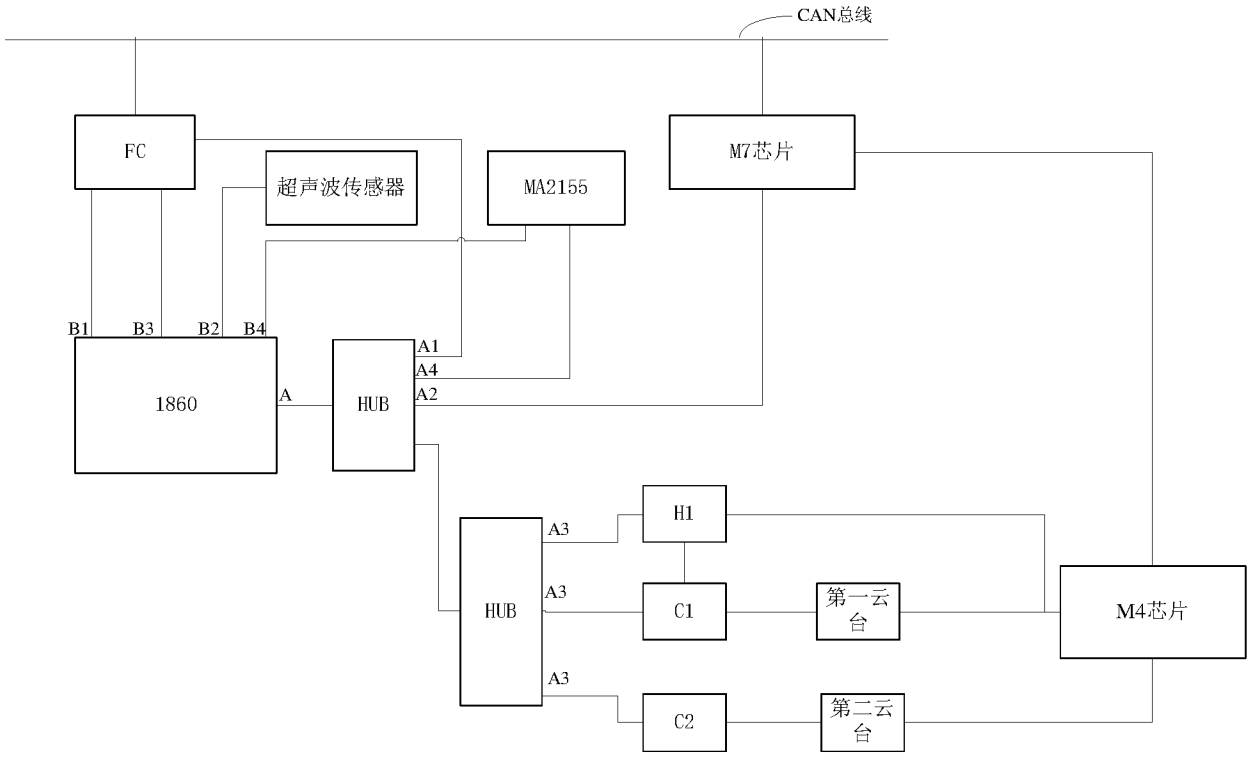

CAN总线
FC
超声波传感器
MA2155
M7芯片
B1
B3
B2
B4
1860
A
HUB
A1
A4
A2
HUB
A3
A3
A3
H1
C1
C2
第一云
台
第二云
台
M4芯片

图 5

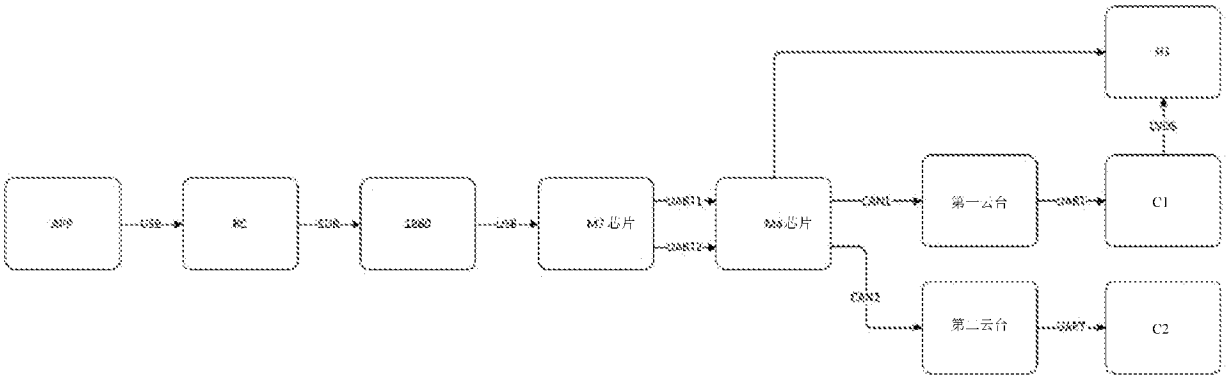

第一云台
C1
第二云台
C2

图 6

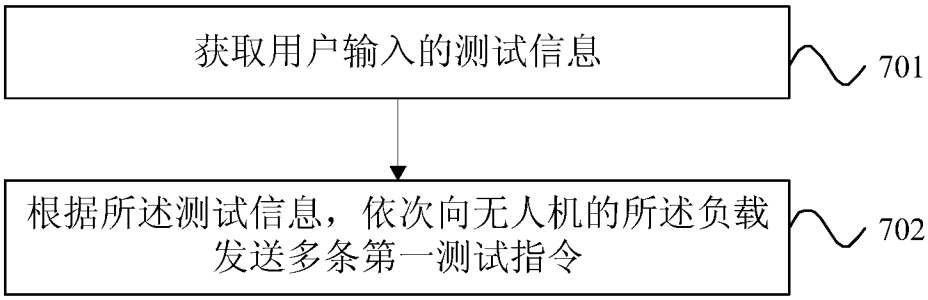

获取用户输入的测试信息
701
根据所述测试信息，依次向无人机的所述负载发送多条第一测试指令
702

图 7

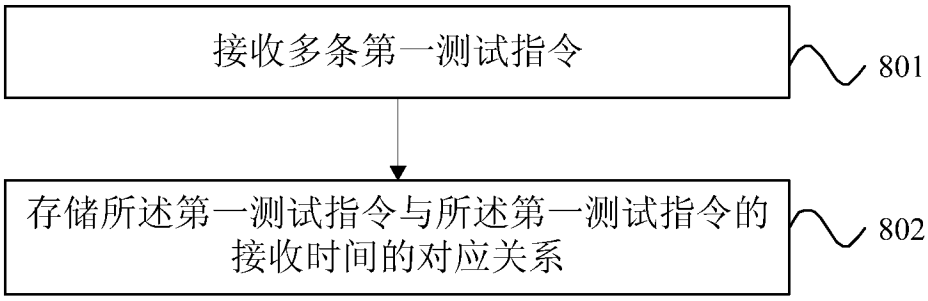

接收多条第一测试指令
801
存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的对应关系
802

图 8

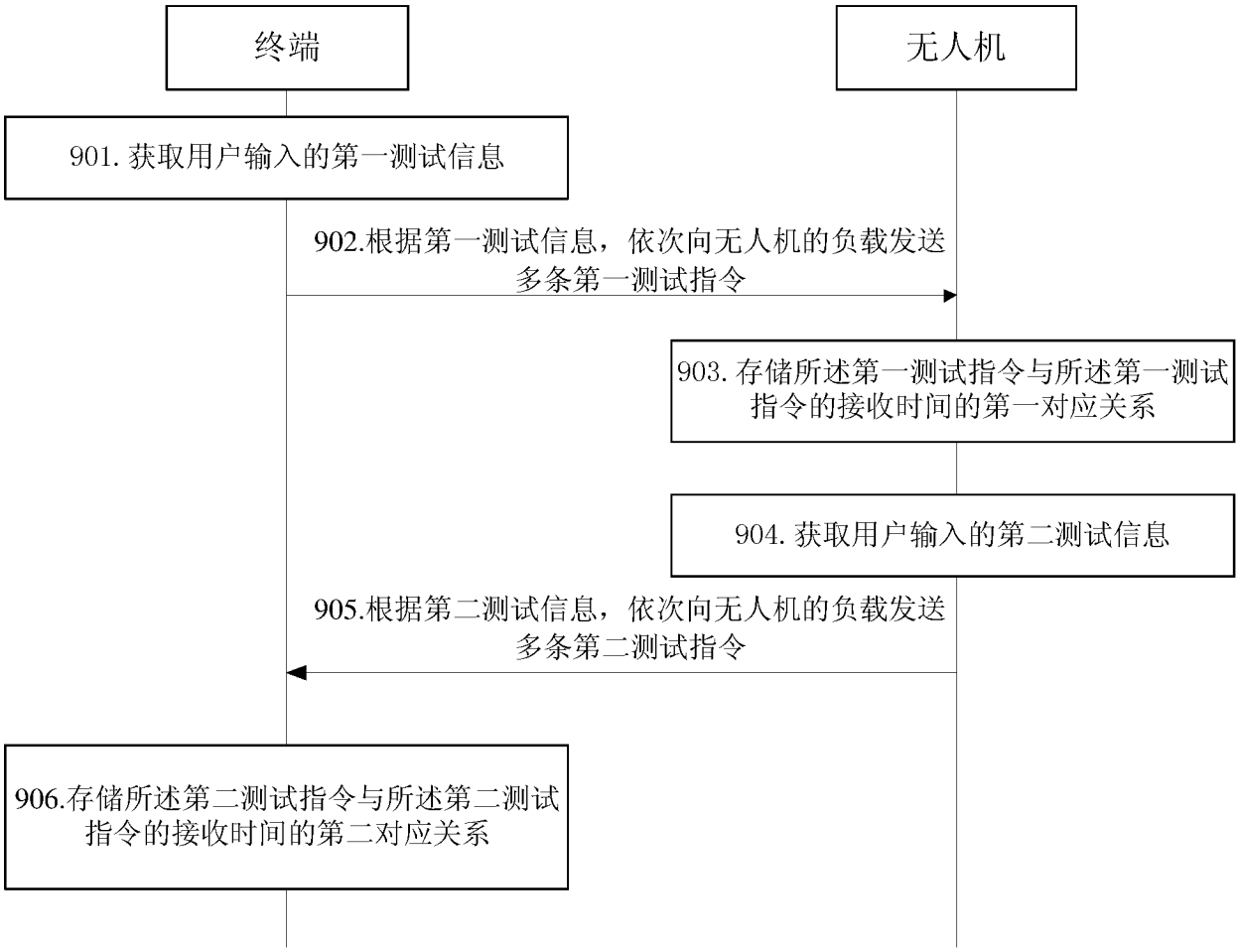

终端
无人机
901. 获取用户输入的第一测试信息
902.根据第一测试信息，依次向无人机的负载发送多条第一测试指令
903. 存储所述第一测试指令与所述第一测试指令的接收时间的第一对应关系
904. 获取用户输入的第二测试信息
905.根据第二测试信息，依次向无人机的负载发送多条第二测试指令
906.存储所述第二测试指令与所述第二测试指令的接收时间的第二对应关系

图 9

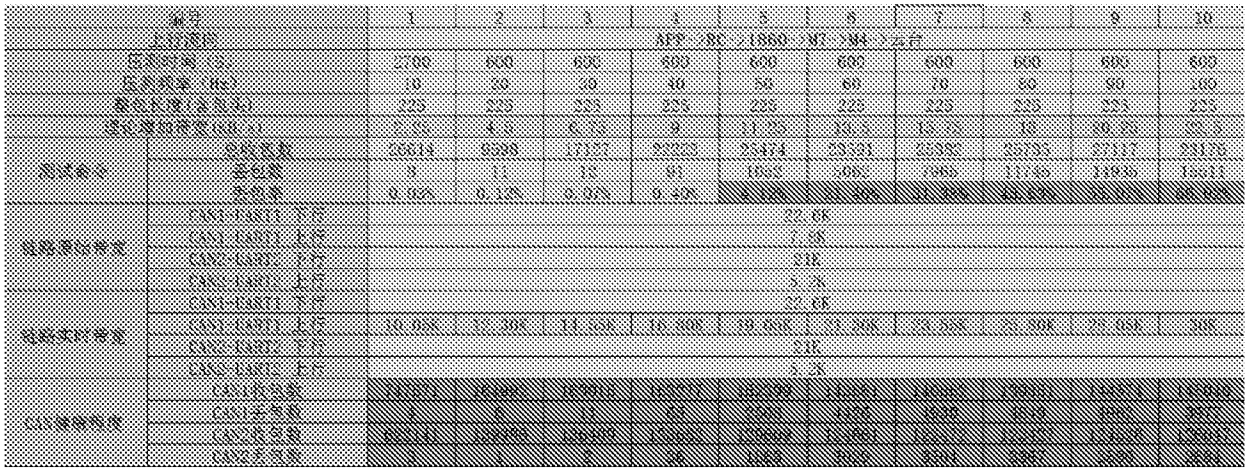


图 10A

编号		1	2	3	4	5	6	7	8	9
文件命名		MR-387-1960-IRC-487								
文件大小		600	600	600	600	600	600	600	600	600
文件数量		25	50	75	100	250	500	300	350	1000
单个文件记录条数		255	255	255	255	255	255	255	255	255
单个文件大小		2.6G	5.1G	7.8G	10.3	25.7G	51.4G	30.8G	35.9G	102.8G
数据存储	数据存储大小	1605.0	3210.0	4815.0	6420.0	16050.0	32100.0	19260.0	22470.0	64200.0
	总记录数	13654	29795	25432	39560	73245	59173	121136	126515	120412
查询命令	查询次数	1	2	3	4	5	6	30	60	300
	查询率	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.70%	0.48%	26.70%
数据存储开发	GAN-LSTM-1	22.6K								
	GAN-LSTM-2	7.9K								
	GAN-LSTM-3	23K								
	GAN-LSTM-4	7.2K								
数据查询开发	LSTM-1	26.9K	42.1K	55.2K	59.1K	86.3K	68.0K	75.2K	59.3K	139.6K
	GAN-LSTM-1	25.6K	34.3K	38.9K	41.8K	52.6K	57.2K	67.9K	75.4K	172.1K
	GAN-LSTM-2	7.5K								
	GAN-LSTM-3	30								
	GAN-LSTM-4	7.2K								
人体参数	LSTM-1	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	GAN-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	GAN-2	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%
	GAN-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0

图 10B

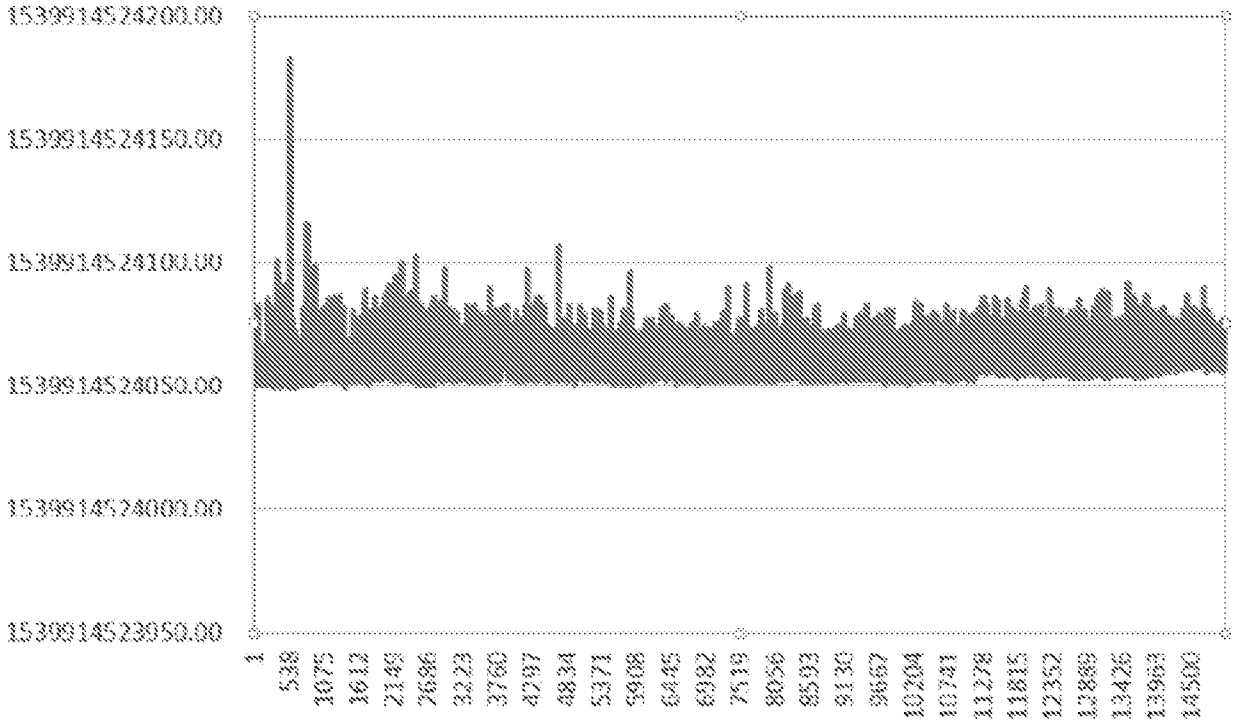


图 11A

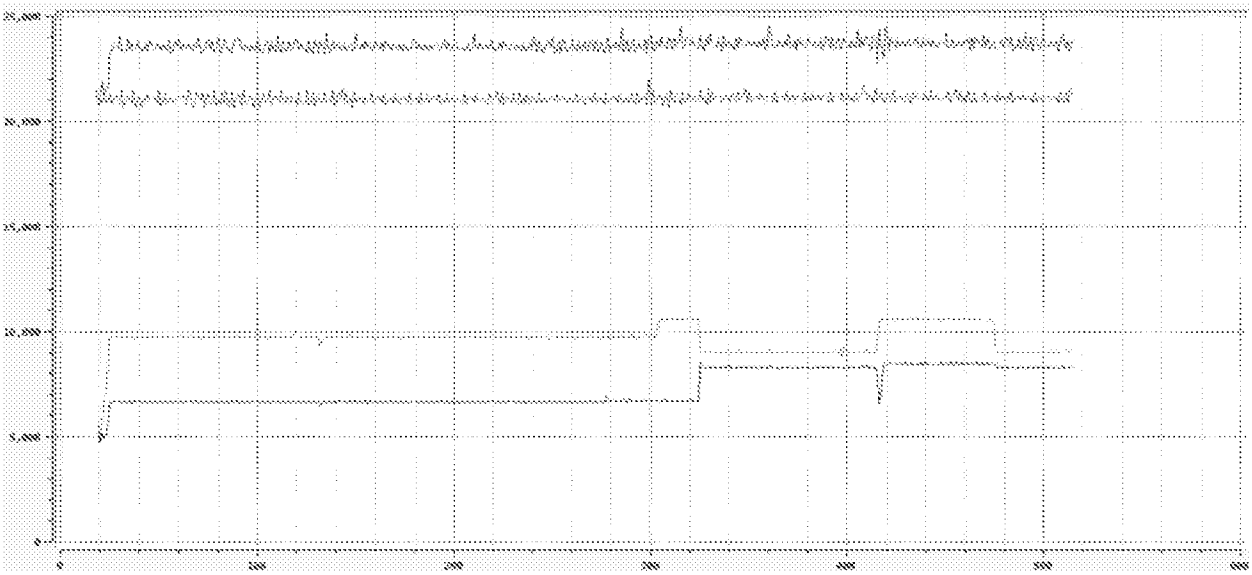


图 11B

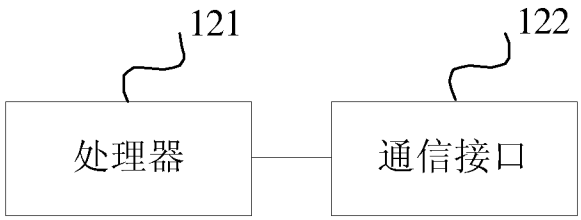


图 12

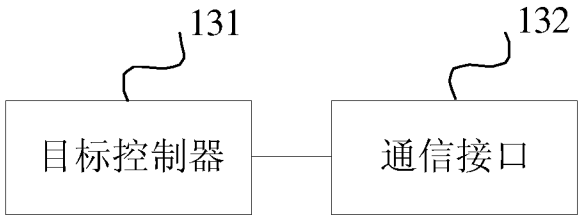


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/118706

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/24(2006.01)i; H04W 24/02(2009.01)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)

H04L; H04W; H04Q

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: 无人机, 遥控器, 负载, 控制器局域网络, 串口, 通用串行总线, 串行外设接口, 接口, 数据, 分流, 时间戳, UAV, robot, payload, CAN, UART, USB, SPI, interface, data, distributary, timestamp

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106230913 A (BEIJING YUNHAN TONGHANG TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 December 2016 (2016-12-14) description, paragraphs [0002], [0003] and [0053]-[0068], and figures 4 and 5	1-63
A	CN 106998270 A (BEIJING JINGDONG SHANGKE INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 01 August 2017 (2017-08-01) entire document	1-63
A	CN 108445899 A (ZHIFEI INTELLIGENT EQUIPMENT TECHNOLOGY DONGTAI CO., LTD.) 24 August 2018 (2018-08-24) entire document	1-63
A	WO 2016112124 A2 (VANTAGE ROBOTICS, LLC) 14 July 2016 (2016-07-14) entire document	1-63
A	WO 2018075903 A2 (AURORA FLIGHT SCIENCES CORPORATION) 26 April 2018 (2018-04-26) entire document	1-63

☐ 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
"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
02 August 2019	**27 August 2019**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2018/118706

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 106230913 A	14 December 2016	None	
CN 106998270 A	01 August 2017	WO 2018210101 A1	22 November 2018
CN 108445899 A	24 August 2018	None	
WO 2016112124 A2	14 July 2016	US 2016221671 A1	04 August 2016
WO 2018075903 A2	26 April 2018	CN 109689499 A	26 April 2019
		US 2018141641 A1	24 May 2018

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2018/118706

A. 主题的分类

H04L 12/24(2006.01)i; H04W 24/02(2009.01)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)

H04L; H04W; H04Q

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：无人机，遥控器，负载，控制器局域网络，串口，通用串行总线，串行外设接口，接口，数据，分流，时间戳，UAV，robot，payload，CAN， UART，USB，SPI，interface，data，distributary，timesta-mp

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 106230913 A (北京云汉通航科技有限公司) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 说明书第0002-0003，0053-0068段，附图4-5	1-63
A	CN 106998270 A (北京京东尚科信息技术有限公司 等) 2017年 8月 1日 (2017 - 08 - 01) 全文	1-63
A	CN 108445899 A (智飞智能装备科技东台有限公司) 2018年 8月 24日 (2018 - 08 - 24) 全文	1-63
A	WO 2016112124 A2 (VANTAGE ROBOTICS， LLC) 2016年 7月 14日 (2016 - 07 - 14) 全文	1-63
A	WO 2018075903 A2 (AURORA FLIGHT SCIENCES CORPORATION) 2018年 4月 26日 (2018 - 04 - 26) 全文	1-63

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2019年 8月 2日	2019年 8月 27日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 彭亮 电话号码 86-10-53961652

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/118706

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	106230913	A	2016年 12月 14日		无		
CN	106998270	A	2017年 8月 1日	WO	2018210101	A1	2018年 11月 22日
CN	108445899	A	2018年 8月 24日		无		
WO	2016112124	A2	2016年 7月 14日	US	2016221671	A1	2016年 8月 4日
WO	2018075903	A2	2018年 4月 26日	CN	109689499	A	2019年 4月 26日
				US	2018141641	A1	2018年 5月 24日