

本申请要求于 2023 年 03 月 21 日提交中国国家知识产权局、申请号为 CN202310310088.6、申请名称为“从设备、主设备、通信系统和数据传输方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及无线通信领域，尤其涉及一种从设备、主设备、通信系统和数据传输方法。

背景技术

随着人们对家庭带宽品质要求越来越高，家庭内部一个 AP（Access Point）难以完成覆盖，更多的家庭采用多 AP 组网加强家庭网络品质。小型园区或小型企业通常直接采用了多 AP 组网进行无线网络覆盖。AC（Access Controller）通过交换机连接多个 AP，AP 布放在家庭不同的房间或园区不同的区域提供 WIFI 接入。或者在 FTTR（Fiber To The Room）场景，主 FTTR 设备通过分光器连接多个从 FTTR，从 FTTR 布放在不同房间或园区不同区域，从 FTTR 提供 WIFI 接入服务。WIFI 信号（如 2.4GHz、5.2GHz 和 5.8GHz）穿墙能力比较强，家庭内部多个 WIFI 之间存在较大的同信道或邻频干扰；对于园区或企业大开间场景，多个 WIFI 之间同信道或邻频干扰会更大。WIFI 采用传统 802.11 协议定义的载波侦听多址访问/冲突避免（carrier sense multiple access with collision avoidance, CSMA/CA）机制竞争信道，当存在同信道或邻频干扰时，多个 WIFI 设备同时竞争来获得空口资源，导致 WIFI 体验非常不好。

发明内容

本申请提供了一种从设备、主设备、通信系统和数据传输方法，通过还未接收到的第一上行数据进行下一级调度的时隙分配，可以降低站点（Station，STA）的上行时延。

本申请第一方面提供了一种第一从设备。第一从设备包括接收器和发射器。发射器用于向第一 STA 发送第一触发帧。第一触发帧用于指示第一 STA 上传第一上行数据。第一从设备和第一 STA 关联。在接收第一上行数据之前，发射器还用于向主设备发送目标数据的大小。其中，第一从设备可以未开始接收第一上行数据，或接收了部分第一上行数据。目标数据包括第一上行数据。接收器用于从主设备接收上行时隙的信息。上行时隙是根据目标数据的大小得到的。接收器还用于从第一 STA 接收第一上行数据。发射器还用于在上行时隙向主设备传输第一上行数据。

在第一方面的一种可选方式中，发射器还用于向主设备发送无线传输时间信息。无线传输时间信息包括第一触发帧或第一上行数据的无线传输时间信息。其中，上行时隙是根据目标数据的大小和无线传输时间信息得到的。若主设备只根据目标数据的大小为第一从设备分配上行时隙，则可能会导致上行时隙的开窗时间早于第一上行数据的无线传输结束时刻，进而导致上行时隙的浪费。在本申请中，通过无线传输时间信息，主设备可以获取第一上行数据的无线传输结束时刻，从而为第一从设备分配更为准确的上行时隙。因此，本申请可以节约传输资源。

在第一方面的一种可选方式中，发射器用于在第一时刻向第一 STA 发送第一触发帧。第一触发帧的无线传输时间信息包括第一时刻的信息和第一触发帧的无线传输时长。主设备可以根据第一触发帧的传输时长、第一时刻和第一上行数据的大小得到第一上行数据的无线传输结束时刻，根据无线传输结束时刻和目标数据的大小为第一从设备分配上行时隙。在实际应用中，第一从设备也可以根据第一时刻、第一触发帧的传输时长和第一上行数据的大小得到第一上行数据的无线传输结束时刻。第一从设备向主设备发送无线传输结束时刻。但是，主设备和第一从设备之间的时钟可能不同步，从而导致第一从设备得到的无线传输结束时刻和主设备得到的无线传输结束时刻不同。不准确的无线传输结束时刻可能会得到错误的上行时隙，从而降低通信的可靠性。因此，本申请可以提高通信的可靠性。

在第一方面的一种可选方式中，接收器还用于从主设备接收第一触发帧。在某些应用场景中，第一

从设备可能不具备完整的无线功能，从而无法生成第一触发帧。因此，本申请可以提高技术方案的泛化性。

在第一方面的一种可选方式中，第一从设备还包括处理器。处理器用于将第一上行数据拆分为多个上行子数据。上行时隙包括不连续的多个时间段。发射器用于在多个时间段向主设备传输多个上行子数据。多个时间段和多个上行子数据一一对应。通过将第一上行数据拆分为多个上行子数据，可以减小主设备划分的上行时隙的颗粒度，降低其它数据的上行时延。

在第一方面的一种可选方式中，接收器还用于从主设备接收第一上行控制指令，根据第一上行控制指令进行空口竞争。在空口竞争成功后，发射器用于向第一 STA 发送第一触发帧。通过主设备进行空口竞争的控制，可以减小空口竞争发生冲突的概率，从而提高通信效率。

在第一方面的一种可选方式中，在未收到第一上行控制指令前，第一从设备处于静默状态。静默状态下的第一从设备不会进行空口竞争。因此，通过控制指令进行空口调度，可以降低发生空口冲突的概率。因此，本申请可以提供通信效率。

在第一方面的一种可选方式中，主设备和所述第一从设备之间进行有线通信。第一从设备和第一 STA 之间进行无线通信。

本申请第二方面提供了一种主设备。主设备包括处理器和收发器。收发器用于从第一从设备接收目标数据的大小。第一从设备可以通过第一回复帧承载目标数据的大小。第一从设备和第一 STA 关联。目标数据包括第一从设备还未接收的第一上行数据。其中，在第一从设备发送第一回复帧的第二时刻，第一从设备可以未开始接收第一上行数据，或接收了部分第一上行数据。第一上行数据是第一 STA 根据第一触发帧发送的。处理器用于根据目标数据的大小为第一从设备分配上行时隙。收发器还用于向第一从设备发送上行时隙的信息，在上行时隙从第一从设备接收第一上行数据。

在第二方面的一种可选方式中，收发器还用于从第一从设备接收无线传输时间信息。无线传输时间信息包括第一触发帧或第一上行数据的无线传输时间信息。处理器用于根据目标数据的大小和无线传输时间信息为第一从设备分配上行时隙。

在第二方面的一种可选方式中，第一触发帧的无线传输时间信息包括第一时刻的信息和第一触发帧的无线传输时长。第一时刻为第一从设备发送第一触发帧的时刻。处理器用于根据第一触发帧的传输时长、第一时刻和第一上行数据的大小得到第一上行数据的无线传输结束时刻，根据无线传输结束时刻和目标数据的大小为第一从设备分配上行时隙。

在第二方面的一种可选方式中，处理器还用于生成第一触发帧。收发器还用于向第一从设备传输第一触发帧。

在第二方面的一种可选方式中，上行时隙包括不连续的多个时间段。收发器还用于在多个时间段从第一从设备接收多个上行子数据。多个时间段和多个上行子数据一一对应。处理器还用于对多个上行子数据进行组合，得到第一上行数据。

在第二方面的一种可选方式中，处理器还用于根据至少一个从设备的空口传输顺序生成第一上行控制帧。收发器还用于向第一从设备发送第一上行控制指令。第一上行控制指令用于指示第一从设备进行空口竞争，在空口竞争成功后向第一 STA 发送第一触发帧。至少一个从设备包括第一从设备。

在第二方面的一种可选方式中，至少一个从设备还包括第二从设备。收发器用于从第一从设备接收第一回复帧。第一回复帧包括目标数据的大小。基于第一回复帧，收发器还用于根据空口传输顺序向第二从设备发送第二控制指令。第二控制指令用于指示第二从设备进行空口竞争，并进行空口传输。通过第一回复帧的触发来发送第二控制指令，可以减小空口竞争发生冲突的概率，从而提高通信效率。

在第二方面的一种可选方式中，第二从设备和第二 STA 关联。第二控制指令为第二上行控制指令或第二下行控制指令。第二上行控制指令用于指示第二从设备进行空口竞争，在空口竞争成功后向第二 STA 发送第二触发帧。第二触发帧用于指示第二 STA 上传第二上行数据。第二下行控制指令用于指示第二从设备进行空口竞争，在空口竞争成功后向第二 STA 发送第二下行数据。

在第二方面的一种可选方式中，第一从设备发送第一回复帧的时刻为第二时刻。第二从设备接收第二控制指令的时刻为第三时刻。第二时刻和第三时刻的间隔小于或等于 64 微秒。通过控制第二时刻和第三时刻的时间间隔，可以使得第二从设备在第一上行数据的无线传输结束时刻前接收到控制指令。若

第二从设备在上一次的空口传输结束后才收到控制指令,则会导致空口存在空闲时间。因此,本申请可以减小空口空闲时间,从而提高空口的传输效率。

在第二方面的一种可选方式中,第三时刻在第一上行数据的无线传输时间段内。若第二从设备在上一次的空口传输结束后才收到控制指令,则会导致空口存在空闲时间。因此,本申请可以减小空口空闲时间,从而提高空口的传输效率。

在第二方面的一种可选方式中,主设备和第一从设备、第二从设备之间通过无源光网络(passive optical network, PON)协议、光传送网络(optical transport network, OTN)协议或时间敏感网络(time-sensitive network, TSN)协议传输控制帧。控制帧包括第一回复帧和第二控制指令。通过上述协议来传输控制帧,可以控制第二时刻和第三时刻的时间间隔,从而减小空口空闲时间,提高空口的传输效率。

在第二方面的一种可选方式中,收发器还用于从至少一个从设备接收多个缓存信息,根据多个缓存信息确定空口传输顺序。缓存信息可以包括上行缓存信息和/或下行缓存信息。在本申请中,主设备根据多个缓存信息进行空口调度,可以提高空口的传输效率。

本申请第三方面提供了一种通信系统。通信系统包括主设备和至少一个从设备。主设备和至少一个从设备相连。至少一个从设备包括第一从设备。第一从设备和第一 STA 关联。第一从设备用于向第一 STA 发送第一触发帧。第一触发帧用于指示第一 STA 上传第一上行数据。在接收第一上行数据之前,第一从设备还用于向主设备发送目标数据的大小。目标数据包括第一上行数据。主设备用于根据目标数据的大小和无线传输时间信息为第一从设备分配上行时隙,向第一从设备发送上行时隙的信息。第一从设备还用于从第一 STA 接收第一上行数据,在上行时隙向主设备传输第一上行数据。

本申请第四方面提供了一种数据传输方法。数据传输方法包括以下步骤:第一从设备向第一 STA 发送第一触发帧。第一触发帧用于指示第一 STA 上传第一上行数据。第一从设备和第一 STA 关联。在接收第一上行数据之前,第一从设备向主设备发送目标数据的大小。目标数据包括第一上行数据。第一从设备从主设备接收上行时隙的信息。上行时隙是根据目标数据的大小得到的。第一从设备从第一 STA 接收第一上行数据。第一从设备在上行时隙向主设备传输第一上行数据。

本申请第五方面提供了一种数据传输方法。数据传输方法包括以下步骤:主设备从第一从设备接收目标数据的大小。第一从设备和第一 STA 关联。目标数据包括第一从设备还未接收的第一上行数据。第一上行数据是第一 STA 根据第一触发帧发送的。主设备根据目标数据的大小为第一从设备分配上行时隙。主设备向第一从设备发送上行时隙的信息。主设备在上行时隙从第一从设备接收第一上行数据。

本申请第六方面提供了一种通信系统。光通信系统主设备和至少一个从设备。主设备和至少一个从设备相连。至少一个从设备包括第一从设备和第二从设备。主设备用于根据至少一个从设备的空口传输顺序向第一从设备发送第一控制指令。第一从设备用于根据第一控制指令进行空口竞争,并进行空口传输。在空口竞争成功后,第一从设备还用于向主设备发送第一回复帧。基于第一回复帧,主设备还用于根据空口传输顺序向第二从设备发送第二控制指令。第二从设备用于根据第二控制指令进行空口竞争,并进行空口传输。

在第六方面的一种可选方式中,第一控制指令为第一上行控制指令。在空口竞争成功后,第一从设备还用于向第一 STA 发送第一触发帧。第一触发帧用于指示第一 STA 上传第一上行数据。第一 STA 和第一从设备关联。第一回复帧包括目标数据的大小。目标数据包括第一上行数据。主设备还用于根据目标数据的大小为第一从设备分配上行时隙,向第一从设备发送上行时隙的信息。第一从设备用于根据第一控制指令进行空口传输包括:第一从设备用于从第一 STA 接收第一上行数据。第一从设备还用于在上行时隙向主设备传输第一上行数据。

在第六方面的一种可选方式中,第一回复帧还包括无线传输时间信息。无线传输时间信息包括第一触发帧或第一上行数据的无线传输时间信息。主设备还用于根据目标数据的大小和无线传输时间信息为第一从设备分配上行时隙。

在第六方面的一种可选方式中,第一从设备还用于向第一 STA 发送第一触发帧包括:第一从设备用于在第一时刻向第一 STA 发送第一触发帧。第一触发帧的无线传输时间信息包括第一时刻的信息和第一触发帧的无线传输时长。主设备还用于根据目标数据的大小和无线传输时间信息为第一从设备分配上行

时隙包括：主设备用于根据第一触发帧的传输时长、第一时刻和第一上行数据的大小得到第一上行数据的无线传输结束时刻，根据无线传输结束时刻和目标数据的大小为第一从设备分配上行时隙。

在第六方面的一种可选方式中，第一控制指令为第一下行控制指令。第一从设备用于根据第一控制指令进行空口传输包括：第一从设备用于根据第一控制指令向第一 STA 发送第一下行数据。

5 在第六方面的一种可选方式中，第一从设备还用于向主设备发送第一回复帧包括：第一从设备用于在第二时刻向主设备发送第一回复帧。第二从设备还用于在第三时刻接收第二控制指令。

在第六方面的一种可选方式中，第二时刻和第三时刻的间隔小于或等于 64 微秒。

在第六方面的一种可选方式中，第三时刻在第一从设备的空口传输时间结束前。

在第六方面的一种可选方式中，第二控制指令为第二上行控制指令或第二下行控制指令。

10 在第六方面的一种可选方式中，在未收到第一控制指令前，第一从设备处于静默状态。在未收到第二控制指令前，第二从设备处于静默状态。

应理解，第一方面的描述和前述第二方面的描述存在相似之处。因此，关于第一方面的描述，可以参考前述第二方面中任意一种可选方式中的描述。类似地第二~六方面的描述和前述第一方面的描述存在相似之处。因此，关于第二~六方面中任一方面的描述，可以参考前述第一方面或第一方面中任意一种可选方式中的描述。例如，主设备和第一从设备之间进行有线通信。第一从设备和第一 STA 之间进行无线通信。

本申请第七方面提供了一种计算机存储介质，其特征在于，所述计算机存储介质中存储有指令，所述指令在计算机上执行时，使得所述计算机执行如第二方面或第二方面任意一种实施方式所述的方法；或使得所述计算机执行如第三方面或第三方面任意一种实施方式所述的方法。

20 本申请第八方面提供了一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品在计算机上执行时，使得所述计算机执行如第二方面或第二方面任意一种实施方式所述的方法；或使得所述计算机执行如第三方面或第三方面任意一种实施方式所述的方法。

附图说明

- 25 图 1 为本申请实施例提供的数据传输方法的第一个流程示意；
图 2 为本申请实施例提供的数据传输方法的第二个流程示意图；
图 3 为本申请实施例提供的上行无线传输的第一个时序图；
图 4 为本申请实施例提供的数据传输方法的第三个流程示意图；
图 5 为本申请实施例提供的上行无线传输的第二个时序图；
30 图 6 为本申请实施例提供的数据传输方法的第四个流程示意图；
图 7 为本申请实施例提供的下行无线传输的时序图；
图 8 为本申请实施例提供的数据传输方法的第五个流程示意图；
图 9 为本申请实施例提供的无线传输的时序图；
图 10a 为本申请实施例提供的第一从设备的第一个结构示意图；
35 图 10b 为本申请实施例提供的第一从设备的第二个结构示意图；
图 11 为本申请实施例提供的主设备的结构示意图；
图 12a 为本申请实施例提供的通信系统的第一个结构示意图；
图 12b 为本申请实施例提供的通信系统的第二个结构示意图；
图 12c 为本申请实施例提供的通信系统的第三个结构示意图。

具体实施方式

本申请提供了一种从设备、主设备、通信系统和数据传输方法，通过还未接收到的第一上行数据进行下一级调度的时隙分配，可以降低 STA 的上行时延。应理解，本申请中使用的“第一”、“第二”、“目标”等仅用于区分描述的目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性，也不能理解为指示或暗示顺序。另外，为了简明和清楚，本申请多个附图中重复参考编号和/或字母。重复并不表明各种实施例和/

或配置之间存在严格的限定关系。

本申请提供的数据传输方法应用于无线通信领域。在无线通信领域中，STA 与光线路终端（optical line termination, OLT）之间存在两级调度。第一级调度为 STA 与光网络终端（optical network termination, ONT）之间的无线调度。第二级调度为 ONT 与 OLT 之间的有线调度。两级调度降低了 STA 的上行时延。

为此，本申请提供了一种数据传输方法。图 1 为本申请实施例提供的数据传输方法的第一个流程示意图。如图 1 所示，数据传输方法包括以下步骤。

在步骤 101 中，第一从设备向第一 STA 发送第一触发帧。

第一从设备也可以称为从网关或接入点（access point, AP）。在无源光网络（passive optical network, PON）系统中，第一从设备可以称为从光网络单元（optical network unit, ONU）或从 ONT。在光纤到房间（fiber to the room, FTTR）的场景中，第一从设备可以称为子 FTTR 单元（sub FTTR unit, SFU）或从 FTTR。第一从设备和第一 STA 之间通过无线信号进行通信。第一 STA 与第一从设备关联。第一从设备向第一 STA 发送第一触发帧（trigger frame）。其中，关联是指第一 STA 接入第一从设备后的状态。在第一 STA 接入第一从设备后，第一 STA 和第一从设备可以传输业务信号。第一触发帧用于为第一 STA 分配无线传输的上行时隙，指示第一 STA 在经过短帧间间隔（short inter-frame space, SIFS）后上传第一上行数据。

在步骤 102 中，第一从设备向主设备发送第一上行数据的大小和无线传输时间信息。

主设备也可以称为主网关或接入控制器（access control, AC）。在 PON 系统中，主设备可以称为主 ONU 或主 ONT。在 FTTR 的场景中，主设备可以称为主 FTTR 单元（main FTTR unit, MMU）或主 FTTR。主设备和至少一个从设备通过无线或有线相连。当主设备和至少一个从设备通过有线相连时，两者的连接方式可以为光纤、网线、电力线或电缆等。至少一个从设备包括第一从设备。当主设备和至少一个从设备之间通过光纤相连时，主设备和至少一个从设备之间还可以包括光分路器。在上行方向，来自各个从设备的上行光信号分时的通过光分路器耦合到主设备。在下行方向，主设备通过光分路器将下行光信号分配到所有的从设备。

第一从设备向主设备发送第一上行数据的大小和无线传输时间信息。第一从设备可以通过第一回复帧承载第一上行数据的大小和无线传输时间信息。无线传输时间信息可以为第一触发帧或第一上行数据的无线传输时间信息。例如，无线传输时间信息为第一上行数据的无线传输结束时刻。第一从设备可以根据第一触发帧的发送时刻、第一触发帧的传输时长和 SIFS 得到第一上行数据的无线传输开始时刻。第一触发帧包括无线传输的上行时隙大小。第一从设备根据第一上行数据的无线传输开始时刻和上行时隙大小得到第一上行数据的无线传输结束时刻。或者，无线传输时间信息包括第一触发帧的无线传输时长和第一时刻的信息。第一时刻为第一从设备向第一 STA 发送第一触发帧的时刻。在接收到无线传输时间信息后，主设备根据第一时刻、第一触发帧的无线传输时长和 SIFS 得到第一上行数据的无线传输开始时刻，再根据无线传输开始时刻和第一上行数据的大小得到第一上行数据的无线传输结束时刻。

应理解，在实际应用中，第一从设备中可以缓存有待发送给主设备的上行缓存数据。上行缓存数据可以是第一从设备从关联的 STA 接收到，例如第一 STA。因此，第一从设备可以向主设备发送目标数据的大小和无线传输时间信息。目标数据可以为第一上行数据，或，目标数据包括上行缓存数据和第一上行数据。当目标数据包括第一上行数据和上行缓存数据时，第一回复帧可以包括 2 个字段。一个字段用于指示第一上行数据的大小。另一个字段用于指示上行缓存数据的大小。在后续的示例中，将以目标数据为第一上行数据为例进行描述。

在步骤 103 中，主设备根据第一上行数据的大小和无线传输时间信息为第一从设备分配上行时隙。

主设备根据第一上行数据的大小和无线传输时间信息为第一从设备分配有线传输的上行时隙。具体地，主设备根据无线传输时间信息为第一从设备分配上行时隙的开窗起始时刻。例如，无线传输时间信息为第一上行数据的无线传输结束时刻。开窗起始时刻可以等于或晚于无线传输结束时刻。为了降低第一 STA 的上行时延，开窗起始时刻可以尽量接近无线传输结束时刻，例如开窗起始时刻等于无线传输结束时刻。主设备还根据第一上行数据的大小为第一从设备分配上行时隙的开窗时长。例如，主设备根据光链路传输速率和第一上行数据的大小得到开窗时长。

在步骤 104 中,主设备向第一从设备发送上行时隙的信息。

上行时隙的信息包括上行时隙的开窗起始时刻和开窗结束时刻,或者,上行时隙的信息包括上行时隙的开窗起始时刻和开窗时长。开窗结束时刻可以根据开窗起始时刻和开窗时长得到。上行时隙的信息为有线信号,例如光信号或电信号。

5 在步骤 105 中,第一 STA 向第一从设备发送第一上行数据。

根据前述步骤 101 的描述可知,第一 STA 从第一从设备接收到第一触发帧。第一 STA 根据第一触发帧向第一从设备发送第一上行数据。例如,在接收到第一触发帧,并经过 SIFS 后,第一 STA 向第一从设备发送第一上行数据。应理解,在本申请实施例中,步骤 105 和步骤 102~104 之间没有严格限定的时序关系。例如,步骤 104 可以在步骤 105 之后。又如,第一上行数据的无线传输开始时刻在步骤 102 之前,第一上行数据的无线传输结束时刻在步骤 104 之后。

10 在步骤 106 中,第一从设备在上行时隙向主设备传输第一上行数据。

在前述步骤 104 中,第一从设备从主设备接收有线传输的上行时隙信息。在接收到第一 STA 的第一上行数据后,第一从设备在上行时隙向主设备传输第一上行数据。

在本申请实施例中,主设备根据目标数据的大小为第一从设备分配有线传输的上行时隙,即主设备通过第一从设备还未接收到的第一上行数据进行下一级调度的时隙分配。因此,本申请实施例可以降低第一上行数据在第一从设备上的停留时间,从而降低第一 STA 的上行时延。

应理解,当目标数据包括上行缓存数据和第一上行数据时,主设备可以根据目标数据的大小为第一从设备分配上行时隙的开窗时长。此时,主设备分配的开窗时长可以大于前述步骤 103 中主设备分配的开窗时长。第一从设备根据主设备分配的上行时隙传输第一上行数据和上行缓存数据。

20 应理解,当第一上行数据的大小大于第一阈值时,上行时隙可以包括不连续的多个时间段。多个时间段之间的时间段用于其它从设备传输上行数据。例如,多个时间段包括时间段 1、时间段 3 和时间段 5。时间段 1 和时间段 3 之间还包括时间段 2。时间段 3 和时间段 5 之间还包括时间段 4。至少一个从设备还包括第二从设备和第三从设备。时间段 2 用于第二从设备向主设备传输第二上行数据。时间段 4 用于第三从设备向主设备传输第三上行数据。第一从设备将第一上行数据拆分为多个上行子数据。多个时间段用于传输多个上行子数据。多个时间段和多个上行子数据一一对应。

25 根据前述步骤 103 的描述可知,有线传输的开窗起始时刻可以等于或晚于无线传输结束时刻。当上行时隙包括不连续的多个时间段时,有线传输的开窗起始时刻可以早于无线传输结束时刻。例如,多个上行子数据包括上行子数据 1、上行子数据 2 和上行子数据 3。在第一从设备接收到上行子数据 1,未接收完上行子数据 2 和上行子数据 3 时,第一从设备根据上行时隙的信息在时间段 1 向主设备发送上行子数据 1。此时,有线传输的开窗起始时刻晚于上行子数据 1 的无线传输结束时刻,早于第一上行数据的无线传输结束时刻。

30 在本申请实施例中,第一从设备的无线模块可以具备完整的无线功能。此时,无线模块包括介质访问控制(media access control, MAC)层处理单元、物理层处理单元和射频单元。在上行方向,射频单元用于从第一 STA 接收第一上行数据的无线信号,将无线信号转换为同相正交(in-phase quadrature, IQ)信号。物理层处理单元用于对 IQ 信号进行物理层的相关处理,例如,同步、傅里叶变换、映射或解扰等,得到 MAC 层报文。物理层处理单元用于向 MAC 层处理单元传输 MAC 层报文。MAC 层处理单元用于对 MAC 层报文进行 MAC 层的相关处理,例如,解帧、循环冗余码校验(cyclic redundancy check, CRC)或确认(acknowledge, ACK)帧回复等,得到网际互连协议(internet protocol, IP)报文。MAC 层处理单元用于向主设备传输 IP 报文。例如,第一从设备还包括光模块,第一从设备通过光模块向主设备传输 IP 报文。

40 在本申请实施例中,第一从设备的无线模块可以不具备完整的无线功能。例如,第一从设备的无线模块包括物理层处理单元和射频单元,不包括 MAC 层处理单元。第一从设备用于向主设备传输 MAC 层报文。主设备的 MAC 层处理单元用于对 MAC 层报文进行 MAC 层的相关处理。又如,第一从设备的无线模块包括射频单元,不包括物理层处理单元和 MAC 层处理单元。第一从设备用于向主设备传输 IQ 信号。主设备的物理层处理单元用于对 IQ 信号进行物理层的相关处理。主设备的 MAC 层处理单元用于对 MAC 层报文进行 MAC 层的相关处理。

45

当第一从设备的无线模块具备完整的无线功能时,第一从设备可以通过 MAC 层处理单元生成第一触发帧。当第一从设备的无线模块不具备完整的无线功能时,第一从设备可以向主设备发送第一 STA 的相关信息,例如 MAC 地址。主设备根据第一 STA 的相关信息生成第一触发帧,向第一从设备发送第一触发帧。在步骤 101 前,第一从设备从主设备接收第一触发帧。

5 应理解,图 1 只是本申请实施例提供的数据传输方法的一个示例。在实际应用中,本领域技术人员可以根据需求对数据传输方法的步骤进行适应性的修改。例如,在实际应用中,第一从设备可以无需向主设备传输无线传输时间信息。主设备将接收第一回复帧的时刻作为第一时刻。根据前述描述方法,主设备可以根据第一时刻、第一触发帧的时长、SIFS 和第一上行数据的大小得到第一上行数据的无线传输结束时刻。或者,主设备根据第一时刻、目标时长和第一上行数据的大小得到第一上行数据的无线传输结束时刻。目标时长可以是第一从设备发送第一回复帧到开始接收第一上行数据的默认时长。又如,主设备只根据目标数据的大小和当前时刻为第一从设备分配上行时隙。上行时隙的时间晚于当前时刻。上行时隙的时长大于传输目标数据需要的时长。上行时隙的增量部分用于作为不确定无线传输结束时刻的补偿。第一从设备可以在上行时隙的增量部分传输无用的数据或其它的缓存数据。

10 图 2 为本申请实施例提供的数据传输方法的第二个流程示意图。如图 2 所示,数据传输方法包括以下步骤。

15 在步骤 201 中,主设备从至少一个从设备接收多个上行缓存信息。

主设备可以周期性地从至少一个从设备接收多个上行缓存信息。至少一个从设备包括多个从设备。多个上行缓存信息和多个从设备一一对应。在图 2 的示例中,主设备从第一从设备接收第一上行缓存信息。主设备从第二从设备接收第二上行缓存信息。上行缓存信息用于指示从设备关联的 STA 的待上传数据大小。例如,第一上行缓存信息是第一从设备从关联的第一 STA 得到的。第一上行缓存信息用于指示第一上行数据的大小。第二上行缓存信息是第二从设备从关联的第二 STA 得到的。第二上行缓存信息用于指示第二上行数据的大小。应理解,第一 STA 还可以包括其它待上传的上行数据。因此,第一上行缓存信息可以包括其它上行数据和第一上行数据的大小。在后续的示例中,仅以上行缓存信息包括第一上行数据的大小为例进行描述。关于主设备、至少一个从设备和 STA 的描述,可以参考前述图 1 中的描述。

20 在步骤 202 中,主设备根据多个上行缓存信息确定至少一个从设备的上行空口传输顺序。

在本申请实施例中,仅以至少一个从设备包括第一从设备和第二从设备为例进行描述。主设备可以根据多个上行缓存信息的大小确定至少一个从设备的上行空口传输顺序。例如,当第一上行缓存信息的大小大于第二上行缓存信息的大小时,主设备确定第一从设备的上行空口传输顺序优先于第二从设备的上行空口传输顺序。当第一上行缓存信息的大小小于或等于第二上行缓存信息的大小时,主设备确定第二从设备的上行空口传输顺序优先于第一从设备的上行空口传输顺序。主设备也可以根据多个上行缓存信息的优先级来确定上行空口传输顺序。例如,当第一上行数据的优先级大于第二上行数据的优先级时,主设备确定第一从设备的上行空口传输顺序优先于第二从设备的上行空口传输顺序。

25 在步骤 203 中,主设备向第一从设备发送第一上行控制指令。

在确定至少一个从设备的上行空口传输顺序后,主设备向优先级最高的从设备发送上行控制指令。因此,当第一从设备的上行空口传输顺序优先于第二从设备的上行空口传输顺序时,主设备向第一从设备发送第一上行控制指令。本领域技术人员可以根据需求设计第一上行控制指令的格式。因此,本申请实施例并不限定第一上行控制指令的具体格式。

30 在步骤 204 中,第一从设备根据第一上行控制指令进行空口竞争,从关联的第一 STA 接收第一上行数据。

40 在空口竞争成功后,第一从设备向第一 STA 发送第一触发帧。第一 STA 根据第一触发帧向第一从设备发送第一上行数据。关于第一触发帧的描述,可以参考前述图 1 中的描述。第一从设备从第一 STA 接收第一上行数据。

在步骤 205 中,第一从设备向主设备传输第一上行数据。

45 在接收到第一上行数据后,第一从设备向主设备发送第一上行数据的大小。主设备根据第一上行数据的大小为第一从设备分配有线传输的上行时隙,向第一从设备发送上行时隙的信息。第一从设备在上行时隙内向主设备传输第一上行数据。

在步骤 206 中,主设备向第二从设备发送第二上行控制指令。

主设备按照至少一个从设备的上行空口传输顺序依次向至少一个从设备发送上行控制指令。在发送第一上行控制指令后,主设备向第二从设备发送第二上行控制指令。为了避免第二从设备和第一从设备之间产生空口竞争冲突,在第一从设备空口竞争成功后,第一从设备可以向主设备发送一个第一回复帧。

- 5 主设备根据第一回复帧向第二从设备发送第二上行控制指令。

在步骤 207 中,第二从设备根据第二上行控制指令进行空口竞争,从关联的第二 STA 接收第二上行数据。

在步骤 208 中,第二从设备向主设备传输第二上行数据。

- 应理解,在图 2 中,以至少一个从设备包括第一从设备和第二从设备为例进行描述。在实际应用中,至少一个从设备还可以包括更多的从设备。例如,至少一个从设备还包括第三从设备。主设备从第三从设备接收第三上行缓存信息。主设备根据多个上行缓存信息确定上行空口传输顺序为第一从设备、第二从设备和第三从设备。图 3 为本申请实施例提供的上行无线传输的第一个时序图。如图 3 所示,在 t1 时间内,第一从设备从主设备接收第一上行控制指令,进行空口竞争。在空口竞争成功后,第一从设备在 t2 时间内向第一 STA 发送第一触发帧。在发送第一触发帧后,第一从设备在 T1 时间内从第一 STA 接收第一上行数据。T1 也可以称为第一上行数据的无线传输时间。类似地,在 t3 时间内,第二从设备从主设备接收第二上行控制指令,进行空口竞争。在空口竞争成功后,第二从设备在 t4 时间内向第二 STA 发送第二触发帧。在发送第二触发帧后,第二从设备在 T2 时间内从第二 STA 接收第二上行数据。T2 也可以称为第二上行数据的无线传输时间。关于第三从设备的描述,可以参考第一从设备和第二从设备的描述。其中,t4 在 T1 之后,t6 在 T2 之后。

- 20 根据前述图 2 的描述可知,主设备可以基于第一回复帧来向第二从设备发送第二下行控制指令。为了减小空口的空闲时间,第二从设备可以在第一上行数据的无线传输结束时刻之前开始空口竞争。因此,在本申请实施例中,第二从设备可以在第一上行数据的无线传输结束时刻之前接收到第二上行控制指令。例如,t3 在 T1 内。为此,在本申请实施例中,从设备与主设备之间的环回时延是确定和可控的。例如,第一从设备发送第一回复帧给主设备的时刻到第二从设备接收第二上行控制指令的时刻可以小于或等于 64 微妙。其中,第一从设备发送第一回复帧的时刻为第二时刻。第二时刻可以是图 3 中 t2 的起始时刻。第二从设备接收到第二上行控制指令的时刻为第三时刻。第三时刻可以是图 3 中 t3 的结束时刻。

- 25 为了准确控制从设备和主设备之间的时延,从设备和主设备可以通过 PON 协议、光传送网络(optical transport network, OTN) 协议或时间敏感网络(time-sensitive network, TSN) 协议进行通信。例如,第一从设备通过 OTN 协议向主设备发送第一回复帧。主设备通过 OTN 协议向第二从设备发送第二上行控制指令。

在图 3 中,第二从设备在空口竞争成功后,也可以向主设备发送第二回复帧。第二回复帧用于指示第二从设备已成功竞争到空口。主设备基于第二回复帧向第三从设备发送第三上行控制指令。

- 在图 2 提供的数据传输方法中,主设备为至少一个从设备关联的 STA 进行上行空口调度。因此,至少一个从设备关联的 STA 可以无需进行上行空口竞争,从而降低空口冲突的概率。并且,为了进一步降低空口竞争的概率,至少一个从设备可以处于上行静默状态。在未接收到上行控制指令时,处于上行静默状态的从设备不会通过空口竞争的方式向 STA 发送触发帧。

图 4 为本申请实施例提供的数据传输方法的第三个流程示意图。如图 4 所示,数据传输方法包括以下步骤。

- 在步骤 401 中,主设备从至少一个从设备接收多个上行缓存信息。
- 40 在步骤 402 中,主设备根据多个上行缓存信息确定至少一个从设备的上行空口传输顺序。
- 在步骤 403 中,主设备向第一从设备发送第一上行控制指令。
- 在步骤 404 中,根据第一上行控制指令进行空口竞争,执行前述步骤 101~106。

- 在接收到第一上行控制指令后,第一从设备根据第一上行控制指令进行空口竞争,并执行前述图 1 中的步骤 101 和步骤 102。在步骤 102 中,第一从设备向主设备发送第一回复帧。第一回复帧包括第一上行数据的大小和无线传输时间信息。主设备用于执行步骤 103 和步骤 104。第一 STA 用于执行步骤 105。第一从设备还用于执行步骤 106。

在步骤 405 中,主设备向第二从设备发送第二上行控制指令。

为了避免第二从设备和第一从设备之间产生空口竞争冲突,主设备可以根据第一回复帧向第二从设备发送第二上行控制指令。

在步骤 406 中,根据第二上行控制指令进行空口竞争,执行前述步骤 101~106。

5 在接收到第二上行控制指令后,第二从设备根据第二上行控制指令进行空口竞争,并执行前述图 1 中的步骤 101 和步骤 102。在步骤 102 中,第二从设备向主设备发送第二回复帧。第二回复帧包括第二上行数据的大小和无线传输时间信息。无线传输时间信息包括第二触发帧或第二上行数据的无线传输时间信息。主设备用于执行步骤 103 和步骤 104。第二 STA 用于执行步骤 105。第二从设备还用于执行步骤 106。

10 应理解,图 4 中数据传输方法的描述和前述图 1 和图 2 中的描述存在相似支持。因此,关于图 4 的描述,可以参考前述图 1 和图 2 中的描述。例如,关于步骤 401~403 的描述,可以参考前述图 2 中步骤 201~203 的描述。又如,关于步骤 404 的描述,可以参考前述图 1 中步骤 101~106 的描述。

图 5 为本申请实施例提供的上行无线传输的第二个时序图。如图 5 所示,在图 3 的基础上,第一从设备在 T4 时间内向主设备发送第一上行数据。T4 也可以称为第一上行数据的有线传输时间。类似地,15 第二从设备在 T5 时间内向主设备发送第二上行数据。T5 也可以称为第二上行数据的有线传输时间。第三从设备在 T6 时间内向主设备发送第三上行数据。T6 也可以称为第三上行数据的有线传输时间。在前述图 2 的描述中,主设备为至少一个从设备关联的 STA 进行上行空口分配。在实际应用中,主设备也可以为至少一个从设备进行下行空口分配。图 6 为本申请实施例提供的数据传输方法的第四个流程示意图。如图 6 所示,数据传输方法包括以下步骤。

20 在步骤 601 中,主设备根据多个下行缓存信息确定至少一个从设备的下行空口传输顺序。

主设备可以周期性的从至少一个从设备获取多个下行缓存信息。多个下行缓存信息和多个从设备一一对应。例如,主设备从第一从设备获取第一下行缓存信息。主设备从第二从设备获取第二下行缓存信息。下行缓存信息用于表征从设备中等待向 STA 发送的下行数据大小。主设备根据多个下行缓存信息确定至少一个从设备的下行空口传输顺序。例如,主设备根据多个下行缓存信息的大小确定下行空口传输25 顺序。又如,主设备根据多个下行缓存信息的大小和优先级确定下行空口传输顺序。关于主设备、至少一个从设备和 STA 的描述,可以参考前述图 1 的描述。

在步骤 602 中,主设备向第一从设备发送第一下行控制指令。

在确定至少一个从设备的下行空口传输顺序后,主设备按照下行空口传输顺序依次向至少一个从设备发送下行控制指令。在本申请实施例中,假设第一从设备的下行空口传输顺序优先于第二从设备的下行空口传输顺序。因此,主设备先向第一从设备发送第一下行控制指令。30

在步骤 603 中,第一从设备根据第一下行控制指令进行空口竞争,向第一 STA 发送第一下行数据。

在空口竞争成功后,第一从设备向第一 STA 发送第一下行数据。第一下行数据的大小可以小于或等于第一下行缓存数据的大小。在竞争到空口后,第一从设备可以向主设备发送第一回复帧。第一回复帧用于指示第一从设备已成功竞争到下行空口。

35 在步骤 604 中,主设备向第二从设备发送第二下行控制指令。

为了避免第一从设备还没竞争到空口的情况下,第二从设备和第一从设备互相竞争空口,主设备可以根据第一从设备发送的第一回复帧向第二从设备发送第二下行控制指令。

在步骤 605 中,第二从设备根据第二下行控制指令进行空口竞争,向第二 STA 发送第二下行数据。

在空口竞争成功后,第二从设备向第二 STA 发送第二下行数据。第二下行数据的大小可以小于或等于第二下行缓存数据的大小。在竞争到空口后,第二从设备可以向主设备发送第二回复帧。第二回复帧用于指示第二从设备已成功竞争到下行空口。40

应理解,在图 6 中,以至少一个从设备包括第一从设备和第二从设备为例进行描述。在实际应用中,至少一个从设备还可以包括更多的从设备。例如,至少一个从设备还包括第三从设备。主设备从第三从设备接收第三下行缓存信息。主设备根据多个下行缓存信息确定下行空口传输顺序为第一从设备、第二从设备和第三从设备。图 7 为本申请实施例提供的下行无线传输的时序图。如图 7 所示,在 t1 时间内,45 第一从设备从主设备接收第一下行控制指令,进行空口竞争。在空口竞争成功后,第一从设备在 T1 时

间内向第一 STA 发送第一下行数据。T1 也可以称为第一下行数据的无线传输时间。类似地，在 t2 时间内，第二从设备从主设备接收第二下行控制指令，进行空口竞争。在空口竞争成功后，第二从设备在 T2 时间内向第二 STA 发送第二下行数据。T2 也可以称为第二下行数据的无线传输时间。关于第三从设备的描述，可以参考第一从设备和第二从设备的描述。其中，为了降低空口冲突的概率，t2 可以在 T1 内，t3 可以在 T2 内。

在图 6 提供的数据传输方法中，主设备为至少一个从设备进行下行空口调度。因此，至少一个从设备可以无需进行下行空口竞争，从而降低空口冲突的概率。并且，为了进一步降低空口竞争的概率，至少一个从设备可以处于下行静默状态。在未接收到下行控制指令时，即使从设备中有待向 STA 发送的缓存数据，处于下行静默状态的从设备也不会通过空口竞争的方式向 STA 发送下行数据。

在图 2 提供的数据传输方法中，主设备为至少一个从设备关联的 STA 进行上行空口调度。在图 6 的示例中，主设备为至少一个从设备进行下行空口调度。在实际应用中，主设备可以同时进行上行空口调度和下行空口调度。图 8 为本申请实施例提供的数据传输方法的第五个流程示意图。如图 8 所示，数据传输方法包括以下步骤。

在步骤 801 中，主设备从至少一个从设备接收多个上行缓存信息和多个下行缓存信息。

一个从设备用于向主设备发送一个上行缓存信息和一个下行缓存信息。关于上行缓存信息的描述，可以参考前述图 2 中的步骤 201 的描述。关于下行缓存信息的描述，可以参考前述图 6 中步骤 601 的描述。关于主设备、至少一个从设备和 STA 的描述，可以参考前述图 1 的描述。

在步骤 802 中，主设备根据多个上行缓存信息和多个下行缓存信息确定至少一个从设备的空口传输顺序。

假设多个上行缓存信息包括第一上行缓存信息和第二上行缓存信息。多个下行缓存信息包括第一下行缓存信息和第二下行缓存信息。主设备可以根据多个上行缓存信息和多个下行缓存信息的大小确定至少一个从设备的空口传输顺序。例如，四个缓存信息按照大小依次排序为第一下行缓存信息、第二上行缓存信息、第一上行缓存信息和第二下行缓存信息。主设备确定至少一个从设备的空口传输顺序依次为第一从设备下行、第二从设备上行、第一从设备上行和第二从设备下行。在其它示例中，主设备也可以根据多个上行缓存信息和多个下行缓存信息的优先级确定至少一个从设备的空口传输顺序。

在步骤 803 中，主设备向第一从设备发送第一下行控制指令。

在确定至少一个从设备的空口传输顺序后，主设备按照空口传输顺序依次向至少一个从设备发送控制指令。在步骤 802 的示例中，至少一个从设备的空口传输顺序依次为第一从设备下行、第一从设备上行、第一从设备上行和第二从设备下行。因此，主设备向第一从设备发送第一下行控制指令。

在步骤 804 中，第一从设备根据第一下行控制指令进行空口竞争，向第一 STA 发送第一下行数据。

在步骤 805 中，主设备向第二从设备发送第二上行控制指令。

在步骤 806 中，根据第二上行控制指令进行空口竞争，执行前述步骤 101~106。

在发送第二上行控制指令后，主设备向第一从设备发送第一上行控制指令。第一从设备根据第一上行控制指令进行空口竞争。第一从设备根据第一上行控制指令进行空口竞争，根据前述图 2 中的方式向主设备传输第一上行数据。在发送第一上行控制指令后，主设备向第二从设备发送第二下行控制指令。第二从设备根据第二下行控制指令进行空口竞争，向第二 STA 发送第二下行数据。

应理解，图 8 中数据传输方法的描述和前述图 4 和图 6 中的描述存在相似之处。因此，关于图 8 的描述，可以参考前述图 4 和图 6 中的描述。例如，关于步骤 803~804 的描述，可以参考前述图 6 中步骤 602~603 的描述。又如，关于步骤 806 的描述，可以参考前述图 4 中步骤 404 的描述。

图 9 为本申请实施例提供的无线传输的时序图。如图 9 所示，在 t1 时间内，第一从设备从主设备接收第一下行控制指令，进行空口竞争。在空口竞争成功后，第一从设备在 T1 时间内向第一 STA 发送第一下行数据。在 t2 时间内，第二从设备从主设备接收第二上行控制指令，进行空口竞争。在空口竞争成功后，第二从设备在 t3 时间内向第二 STA 发送第二触发帧。在发送第二触发帧后，第二从设备在 T2 时间内从第二 STA 接收第二上行数据，在 T3 时间内向主设备传输第二上行数据。类似地，在 t4 时间内，第一从设备从主设备接收第一上行控制指令，进行空口竞争。在空口竞争成功后，第一从设备在 t5 时间内向第一 STA 发送第一触发帧。在发送第一触发帧后，第一从设备在 T4 时间内从第一 STA 接收第

一上行数据,在 T5 时间内向主设备传输第一上行数据。在 t6 时间内,第二从设备从主设备接收第二下行控制指令,进行空口竞争。在空口竞争成功后,第二从设备在 T6 时间内向第二 STA 发送第二下行数据。其中,t3 在 T1 之后,t5 在 T2 后。为了降低空口冲突的概率,t2 可以在 T1 内,t4 可以在 T2 内,t6 可以在 T4 内。

5 根据前述图 3 的描述可知,在上行的数据传输中,第一从设备发送第一回复帧给主设备的时刻到第二从设备接收第二上行控制指令的时刻可以小于或等于 64 微妙。类似地,在图 7 和图 9 中,主设备也可以基于第一回复帧向第二从设备发送第二控制指令。第二控制指令为第二上行控制指令或第二下行控制指令。因此,在图 7 或图 9 的示例中,第一从设备发送第一回复帧给主设备的时刻到第二从设备接收第二控制指令的时刻可以小于或等于 64 微妙。

10 根据前述图 3 的描述可知,第二从设备可以在第一上行数据的无线传输结束时刻之前接收到第二上行控制指令。在实际应用中,第二从设备可以第一从设备的空口传输时间结束前接收第二控制指令。空口传输时间可以为第一下行数据和/或第一上行数据的无线传输时间。例如,在图 7 中,第二从设备可以在第一下行数据的无线传输时间结束前接收第二上行控制指令。在图 8 提供的数据传输方法中,主设备同时进行上行空口调度和下行空口调度。因此,至少一个从设备关联的 STA 和至少一个从设备可以无需进行空口竞争,从而降低空口冲突的概率。并且,为了进一步降低空口竞争的概率,至少一个从设备可以处于静默状态。在未接收到控制指令时,处于静默状态的从设备不会进行空口竞争。为了避免 STA 进行上行空口竞争,从设备还可以向关联的 STA 发送静默指令,静默指令用于指示关联的 STA 不进行空口竞争。

在图 8 和图 9 的示例中,主设备向从设备发送了四次控制指令,从设备根据四次控制指令进行了四次空口竞争。在实际应用中,从设备可以根据一次控制指令分别进行上下行的数据传输,从而减少空口竞争的次数。例如,主设备根据多个上行缓存信息和多个下行缓存信息的大小确定至少一个从设备的空口传输顺序。空口传输顺序依次为第一从设备下行、第一从设备上行、第二从设备下行和第二从设备上
20 行。主设备按照空口传输顺序依次向第一从设备和第二从设备发送控制指令。首先,主设备向第一从设备发送第一控制指令。第一从设备根据第一控制指令进行空口竞争,将空口竞争得到的时间分为两部分。其中一部分用于向第一 STA 发送第一下行数据。另一部分用于向第一 STA 发送第一触发帧,从第一 STA 接收第一上行数据。类似的,主设备还向第二从设备发送第二控制指令。第二从设备根据第二控制指令进行空口竞争,将空口竞争得到的时间分为两部分。其中一部分用于向第二 STA 发送第二下行数据。另一部分用于向第二 STA 发送第二触发帧,从第二 STA 接收第二上行数据。

应理解,在图 5 的实施例中,仅以至少一个从设备包括第一从设备和第二从设备为例进行描述。在实际应用中,至少一个从设备还可以包括更多的从设备。例如,至少一个从设备还包括第三从设备、第四从设备和第五从设备。此时,主设备可以根据 10 个缓存信息确定 5 个从设备的空口传输顺序。

应理解,缓存信息指示的待传输数据的大小可以为 0。例如,第一 STA 的待上传数据的大小为 0。此时,第一上行缓存信息指示的待传输数据的大小为 0。在第一 STA 没有待上传数据时,主设备无需向第一从设备发送第一上行控制指令。例如,在图 8 的示例中,第一 STA 的待上传数据的大小为 0,主设备确定的空口传输顺序依次为第一从设备下行、第二从设备上
35 行和第二从设备下行。

在图 2 和图 4 的示例中,至少一个从设备的空口传输顺序为上行空口传输顺序。在图 6 的示例中,至少一个从设备的空口传输顺序为下行空口传输顺序。在图 8 的示例中,至少一个从设备的空口传输顺序为上行空口传输顺序和下行空口传输顺序的结合。在实际应用中,主设备可以实时的更新空口传输顺序。例如,在图 8 的示例中,在主设备确定空口传输顺序后,主设备接收到第三从设备的第三缓存信息。主设备根据第三缓存信息更新空口传输顺序。

前面对本申请实施例提供的数据传输方法进行描述,下面对本申请实施例提供的第一从设备和主设备进行描述。图 10a 为本申请实施例提供的第一从设备的第一个结构示意图。如图 10a 所示,第一从设备 1000 包括接收器 1001 和发射器 1002。发射器 1002 用于向第一 STA 发送第一触发帧。第一触发帧用于指示第一 STA 上传第一上行数据。第一从设备和第一 STA 关联。在接收第一上行数据之前,发射器 1002
45 还用于向主设备发送目标数据的大小。其中,第一从设备可以未开始接收第一上行数据,或接收了部分第一上行数据。目标数据包括第一上行数据。接收器 1001 用于从主设备接收上行时隙的信息。上行时

隙是根据目标数据的大小得到的。接收器 1001 还用于从第一 STA 接收第一上行数据。发射器 1002 还用于在上行时隙向主设备传输第一上行数据。图 10b 为本申请实施例提供的第一从设备的第二个结构示意图。如图 10b 所示, 第一从设备 1000 包括有线模块 1003 和无线模块 1004。无线模块 1004 用于向第一 STA 发送第一触发帧。第一触发帧用于指示第一 STA 上传第一上行数据。第一从设备和第一 STA 关联。

5 有线模块 1003 可以为光收发模块。在接收第一上行数据之前, 有线模块 1003 还用于向主设备发送目标数据的大小。目标数据包括第一上行数据。有线模块 1003 还用于从主设备接收上行时隙的信息。上行时隙是根据目标数据的大小得到的。无线模块 1004 还用于从第一 STA 接收第一上行数据。有线模块 1003 还用于在上行时隙向主设备传输第一上行数据。

在其它实施例中, 第一从设备 1000 还可以包括处理器。处理器可以是中央处理器 (central processing unit, CPU), 网络处理器 (network processor, NP) 或者 CPU 和 NP 的组合。处理器还可以进一步包括硬件芯片或其他通用处理器。上述硬件芯片可以是专用集成电路 (application specific integrated circuit, ASIC), 可编程逻辑器件 (programmable logic device, PLD) 或其组合。

图 11 为本申请实施例提供的主设备的结构示意图。如图 11 所示, 主设备 1100 包括处理器 1101 和收发器 1102。收发器 1102 用于从第一从设备接收目标数据的大小。第一从设备可以通过第一回复帧承载目标数据的大小。第一从设备和第一 STA 关联。目标数据包括第一从设备还未接收的第一上行数据。第一上行数据是第一 STA 根据第一触发帧发送的。处理器 1101 用于根据目标数据的大小为第一从设备分配上行时隙。收发器 1102 还用于向第一从设备发送上行时隙的信息, 在上行时隙从第一从设备接收第一上行数据。在其它实施例中, 主设备 1100 和/或第一从设备 1000 还可以包括存储器。存储器可以是易失性存储器或非易失性存储器, 或可包括易失性和非易失性存储器两者。其中, 非易失性存储器可以是只读存储器 (read-only memory, ROM)、可编程只读存储器 (programmable ROM, PROM)、可擦除可编程只读存储器 (erasable PROM, EPROM)、或闪存等。易失性存储器可以是随机存取存储器 (random access memory, RAM)。在第一从设备 1000 中, 存储器可以用于存储上行时隙的信息。在主设备 1100 中, 存储器可以用于存储第一上行数据。

应理解, 关于主设备 1100 或第一从设备 1000 的描述和前述数据传输方法的描述存在相似之处。因此, 关于主设备 1100 和/或第一从设备 1000 的描述, 可以参考前述图 1~图 9 中任一图中的描述。例如, 第一从设备可以为 SFU 或从 FTTR。主设备可以为 MMU 或主 FTTR。

图 12a 为本申请实施例提供的通信系统的第一个结构示意图。如图 12a 所示, 通信系统 1200 包括主设备 1201 和至少一个从设备。在图 12a 的示例中, 至少一个从设备包括从设备 1202~1204。至少一个从设备包括第一从设备。第一从设备可以为从设备 1202~1204 中的任一从设备。第一从设备和第一 STA 关联。第一从设备用于向第一 STA 发送第一触发帧。第一触发帧用于指示第一 STA 上传第一上行数据。在接收第一上行数据之前, 第一从设备还用于向主设备发送目标数据的大小。目标数据包括第一上行数据。主设备 1201 用于根据目标数据的大小和无线传输时间信息为第一从设备分配上行时隙, 向第一从设备发送上行时隙的信息。第一从设备还用于从第一 STA 接收第一上行数据, 在上行时隙向主设备 1201 传输第一上行数据。应理解, 关于通信系统 1200 的描述, 和前述数据传输方法的描述存在相似之处。因此, 关于通信系统 1200 的描述, 可以参考前述图 1~图 9 中任一图中的描述。例如, 第一从设备可以为 SFU 或从 FTTR。主设备 1201 可以为 MMU 或主 FTTR。又如, 第一从设备不具备完整的无线功能。主设备 1201 还用于向第一从设备发送第一触发帧。

图 12b 为本申请实施例提供的通信系统的第二个结构示意图。如图 12b 所示, 在图 12a 的基础上, 通信系统 1200 还包括光分路器 1301。在上行方向, 来自各个从设备的上行光信号分时的通过光分路器 1301 耦合到主设备 1201。在下行方向, 主设备 1201 通过光分路器 1301 将下行光信号分配到所有的从设备。例如, 在上行方向, 第一从设备通过光分路器 1301 向主设备 1201 发送第一上行数据。

图 12c 为本申请实施例提供的通信系统的第三个结构示意图。如图 12c 所示, 在图 12b 的基础上, 通信系统 1200 还包括主网关 1401、光分路器 1402、主设备 1403 和主设备 1404。主网关 1401 可以为 OLT。主网关 1401 通过光分路器 1402 和多个主设备相连。在图 12c 的示例中, 多个主设备包括主设备 1201、主设备 1403 和主设备 1404。主设备可以为 ONU 或 ONT。在上行方向, 来自各个主设备的上行光信号分时的通过光分路器 1402 耦合到主网关 1401。在下行方向, 主网关 1401 通过光分路器 1402 将下

行光信号分配到所有的主设备。例如，在上行方向，主设备 1201 通过光分路器 1402 向主网关 1401 发送第一上行数据。

以上，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求

1. 一种第一从设备，其特征在于，包括接收器和发射器，其中：

所述发射器用于向第一站点 STA 发送第一触发帧，所述第一触发帧用于指示所述第一 STA 上传第一上行数据，所述第一从设备和所述第一 STA 关联；

5 在接收所述第一上行数据之前，所述发射器还用于向主设备发送目标数据的大小，所述目标数据包括所述第一上行数据；

所述接收器用于从所述主设备接收上行时隙的信息，所述上行时隙是根据所述目标数据的大小得到的；

所述接收器还用于从所述第一 STA 接收所述第一上行数据；

10 所述发射器还用于在所述上行时隙向所述主设备传输所述第一上行数据。

2. 根据权利要求 1 所述的第一从设备，其特征在于，

所述发射器还用于向所述主设备发送无线传输时间信息，所述无线传输时间信息包括所述第一触发帧或所述第一上行数据的无线传输时间信息；

其中，所述上行时隙是根据所述目标数据的大小和所述无线传输时间信息得到的。

15 3. 根据权利要求 2 所述的第一从设备，其特征在于，

所述发射器用于向第一 STA 发送第一触发帧包括：所述发射器用于在第一时刻向所述第一 STA 发送所述第一触发帧，所述第一触发帧的无线传输时间信息包括所述第一时刻的信息和所述第一触发帧的无线传输时长。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任意一项所述的第一从设备，其特征在于，

20 所述接收器还用于从所述主设备接收所述第一触发帧。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任意一项所述的第一从设备，其特征在于，所述第一从设备还包括处理器，其中：

所述处理器用于将所述第一上行数据拆分为多个上行子数据，所述上行时隙包括不连续的多个时间段；

25 所述发射器还用于在所述上行时隙向所述主设备传输所述第一上行数据包括：所述发射器用于在所述多个时间段向所述主设备传输所述多个上行子数据，所述多个时间段和所述多个上行子数据一一对应。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任意一项所述的第一从设备，其特征在于，

所述接收器还用于从所述主设备接收第一上行控制指令，根据所述第一上行控制指令进行空口竞争；

30 所述发射器用于向第一 STA 发送第一触发帧包括：在空口竞争成功后，所述发射器用于向所述第一 STA 发送所述第一触发帧。

7. 根据权利要求 6 所述的第一从设备，其特征在于，在未收到所述第一上行控制指令前，所述第一从设备处于静默状态。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任意一项所述的第一从设备，其特征在于，所述主设备和所述第一从设备之间进行有线通信，所述第一从设备和所述第一 STA 之间进行无线通信。

35 9. 一种主设备，其特征在于，包括处理器和收发器，其中：

所述收发器用于从所述第一从设备接收目标数据的大小，所述第一从设备和第一站点 STA 关联，所述目标数据包括所述第一从设备还未接收的第一上行数据，所述第一上行数据是所述第一 STA 根据第一触发帧发送的；

所述处理器用于根据所述目标数据的大小为所述第一从设备分配上行时隙；

40 所述收发器还用于向所述第一从设备发送所述上行时隙的信息，在所述上行时隙从所述第一从设备接收所述第一上行数据。

10. 根据权利要求 9 所述主设备，其特征在于，

所述收发器还用于从第一从设备接收无线传输时间信息，所述无线传输时间信息包括所述第一触发帧或所述第一上行数据的无线传输时间信息；

45 所述处理器用于根据所述目标数据的大小为所述第一从设备分配上行时隙包括：所述处理器用于根据所述目标数据的大小和所述无线传输时间信息为所述第一从设备分配所述上行时隙。

11. 根据权利要求 10 所述的主设备，其特征在于，所述第一触发帧的无线传输时间信息包括第一时刻的信息和所述第一触发帧的无线传输时长，所述第一时刻为所述第一从设备发送所述第一触发帧的时刻；

所述处理器用于根据所述目标数据的大小和所述无线传输时间信息为所述第一从设备分配所述上行时隙包括：所述处理器用于根据所述第一触发帧的传输时长、所述第一时刻和所述第一上行数据的大小得到所述第一上行数据的无线传输结束时刻，根据所述无线传输结束时刻和所述目标数据的大小为所述第一从设备分配所述上行时隙。

12. 根据权利要求 9 至 11 中任意一项所述的主设备，其特征在于，

所述处理器还用于生成所述第一触发帧；

所述收发器还用于向所述第一从设备传输所述第一触发帧。

13. 根据权利要求 9 至 12 中任意一项所述的主设备，其特征在于，所述上行时隙包括不连续的多个时间段；

所述收发器还用于在所述上行时隙从所述第一从设备接收所述第一上行数据包括：所述收发器还用于在所述多个时间段从所述第一从设备接收多个上行子数据，所述多个时间段和所述多个上行子数据一一对应；

所述处理器还用于对所述多个上行子数据进行组合，得到所述第一上行数据。

14. 根据权利要求 9 至 13 中任意一项所述的主设备，其特征在于，

所述处理器还用于根据至少一个从设备的空口传输顺序生成第一上行控制帧；

所述收发器还用于向所述第一从设备发送所述第一上行控制指令，所述第一上行控制指令用于指示所述第一从设备进行空口竞争，在空口竞争成功后向第一 STA 发送所述第一触发帧，所述至少一个从设备包括所述第一从设备。

15. 根据权利要求 14 所述的主设备，其特征在于，所述至少一个从设备还包括第二从设备；

所述收发器用于从所述第一从设备接收目标数据的大小包括：所述收发器用于从所述第一从设备接收第一回复帧，所述第一回复帧包括所述目标数据的大小；

基于所述第一回复帧，所述收发器还用于根据所述空口传输顺序向所述第二从设备发送第二控制指令，所述第二控制指令用于指示所述第二从设备进行空口竞争，并进行空口传输。

16. 根据权利要求 15 所述的主设备，其特征在于，所述第二从设备和第二 STA 关联，所述第二控制指令为第二上行控制指令或第二下行控制指令；

所述第二控制指令用于指示所述第二从设备进行空口竞争，并进行空口传输包括：

所述第二上行控制指令用于指示所述第二从设备进行空口竞争，在空口竞争成功后向所述第二 STA 发送第二触发帧，所述第二触发帧用于指示所述第二 STA 上传第二上行数据；

所述第二下行控制指令用于指示所述第二从设备进行空口竞争，在空口竞争成功后向所述第二 STA 发送第二下行数据。

17. 根据权利要求 15 或 16 所述的主设备，其特征在于，所述第一从设备发送所述第一回复帧的时刻为第二时刻，所述第二从设备接收所述第二控制指令的时刻为第三时刻，所述第二时刻和所述第三时刻的间隔小于或等于 64 微秒。

18. 根据权利要求 15 至 17 中任意一项所述的主设备，其特征在于，所述第三时刻在所述第一上行数据的无线传输时间段内。

19. 根据权利要求 15 至 18 中任意一项所述的主设备，其特征在于，所述主设备和所述第一从设备、所述第二从设备之间通过无源光网络 PON 协议、光传送网络 OTN 协议或时间敏感网络 TSN 协议传输控制帧，所述控制帧包括所述第一回复帧和所述第二控制指令。

20. 根据权利要求 14 至 19 中任意一项所述的主设备，其特征在于，

所述收发器还用于从所述至少一个从设备接收多个缓存信息，根据所述多个缓存信息确定所述空口传输顺序。

21. 一种通信系统，其特征在于，包括主设备和至少一个从设备，其中：

所述主设备和所述至少一个从设备相连，所述至少一个从设备包括第一从设备，所述第一从设备和

第一站点 STA 关联；

所述第一从设备用于向所述第一 STA 发送第一触发帧，所述第一触发帧用于指示所述第一 STA 上传第一上行数据；

5 在接收所述第一上行数据之前，所述第一从设备还用于向所述主设备发送目标数据的大小，所述目标数据包括所述第一上行数据；

所述主设备用于根据所述目标数据的大小和所述无线传输时间信息为所述第一从设备分配上行时隙，向所述第一从设备发送所述上行时隙的信息；

所述第一从设备还用于从所述第一 STA 接收所述第一上行数据，在所述上行时隙向所述主设备传输所述第一上行数据。

10 22. 根据权利要求 21 所述的通信系统，其特征在于，所述第一从设备还用于向所述主设备发送无线传输时间信息，所述无线传输时间信息包括所述第一触发帧或所述第一上行数据的无线传输时间信息；

所述主设备用于根据所述目标数据的大小为所述第一从设备分配上行时隙包括：所述主设备用于根据所述目标数据的大小和所述无线传输时间信息为所述第一从设备分配所述上行时隙。

23. 根据权利要求 22 所述的通信系统，其特征在于，

15 所述第一从设备用于向所述第一 STA 发送第一触发帧包括：所述第一从设备用于在第一时刻向所述第一 STA 发送所述第一触发帧，所述第一触发帧的无线传输时间信息包括所述第一时刻的信息和所述第一触发帧的无线传输时长；

所述主设备还用于根据所述目标数据的大小和所述无线传输时间信息为所述第一从设备分配所述上行时隙包括：所述主设备用于根据所述第一触发帧的传输时长、所述第一时刻和所述第一上行数据的大小得到所述第一上行数据的无线传输结束时刻，根据所述无线传输结束时刻和所述目标数据的大小为所述第一从设备分配所述上行时隙。

24. 根据权利要求 21 至 23 中任意一项所述的通信系统，其特征在于，

所述主设备还用于生成所述第一触发帧，向所述第一从设备传输所述第一触发帧；

所述第一从设备还用于从所述主设备接收所述第一触发帧。

25 25. 根据权利要求 21 至 24 中任意一项所述的通信系统，其特征在于，

所述第一从设备还用于将所述第一上行数据拆分为多个上行子数据，所述上行时隙包括不连续的多个时间段；

所述第一从设备还用于在所述上行时隙向所述主设备传输所述第一上行数据包括：所述第一从设备还用于在所述多个时间段向所述主设备传输所述多个上行子数据，所述多个时间段和所述多个上行子数据一一对应。

26. 一种数据传输方法，其特征在于，包括：

第一从设备向第一站点 STA 发送第一触发帧，所述第一触发帧用于指示所述第一 STA 上传第一上行数据，所述第一从设备和所述第一 STA 关联；

35 在接收所述第一上行数据之前，所述第一从设备向主设备发送目标数据的大小，所述目标数据包括所述第一上行数据；

所述第一从设备从所述主设备接收上行时隙的信息，所述上行时隙是根据所述目标数据的大小得到的；

所述第一从设备从所述第一 STA 接收所述第一上行数据；

所述第一从设备在所述上行时隙向所述主设备传输所述第一上行数据。

40 27. 根据权利要求 26 所述的数据传输方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一从设备向所述主设备发送无线传输时间信息，所述无线传输时间信息包括所述第一触发帧或所述第一上行数据的无线传输时间信息；

其中，所述上行时隙是根据所述目标数据的大小和所述无线传输时间信息得到的。

28. 根据权利要求 27 所述的数据传输方法，其特征在于，

45 所述第一从设备向第一 STA 发送第一触发帧包括：所述第一从设备在第一时刻向所述第一 STA 发送所述第一触发帧，所述第一触发帧的无线传输时间信息包括所述第一时刻的信息和所述第一触发帧的无

线传输时长。

29. 根据权利要求 26 至 28 中任意一项所述的数据传输方法，其特征在于，所述方法还包括：
所述第一从设备从所述主设备接收所述第一触发帧。

30. 根据权利要求 26 至 29 中任意一项所述的数据传输方法，其特征在于，所述方法还包括：
5 所述第一从设备从所述主设备接收第一上行控制指令，根据所述第一上行控制指令进行空口竞争；
所述第一从设备向第一 STA 发送第一触发帧包括：在空口竞争成功后，所述第一从设备向所述第一
STA 发送所述第一触发帧。

31. 一种数据传输方法，其特征在于，包括：

主设备从所述第一从设备接收目标数据的大小，所述第一从设备和第一站点 STA 关联，所述目标数
10 据包括所述第一从设备还未接收的第一上行数据，所述第一上行数据是所述第一 STA 根据第一触发帧发
送的；

所述主设备根据所述目标数据的大小为所述第一从设备分配上行时隙；

所述主设备向所述第一从设备发送所述上行时隙的信息；

所述主设备在所述上行时隙从所述第一从设备接收所述第一上行数据。

32. 根据权利要求 31 所述数据传输方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述主设备从第一从设备接收无线传输时间信息，所述无线传输时间信息包括所述第一触发帧或所
述第一上行数据的无线传输时间信息；

所述主设备根据所述目标数据的大小为所述第一从设备分配上行时隙包括：所述主设备根据所述目
标数据的大小和所述无线传输时间信息为所述第一从设备分配所述上行时隙。

33. 根据权利要求 32 所述的数据传输方法，其特征在于，所述第一触发帧的无线传输时间信息包括
20 第一时刻的信息和所述第一触发帧的无线传输时长，所述第一时刻为所述第一从设备发送所述第一触
发帧的时刻；

所述主设备根据所述目标数据的大小和所述无线传输时间信息为所述第一从设备分配所述上行时
隙包括：所述主设备根据所述第一触发帧的传输时长、所述第一时刻和所述第一上行数据的大小得到所
25 述第一上行数据的无线传输结束时刻，根据所述无线传输结束时刻和所述目标数据的大小为所述第一
从设备分配所述上行时隙。

34. 根据权利要求 31 至 33 中任意一项所述的数据传输方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述主设备生成所述第一触发帧，向所述第一从设备传输所述第一触发帧。

35. 根据权利要求 31 至 34 中任意一项所述的数据传输方法，其特征在于，所述方法还包括：

30 所述主设备根据至少一个从设备的空口传输顺序向所述第一从设备发送第一上行控制指令，所述第
一上行控制指令用于指示所述第一从设备进行空口竞争，在空口竞争成功后向第一 STA 发送所述第一触
发帧，所述至少一个从设备包括所述第一从设备。