(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
2016 年 12 月 8 日 (08.12.2016)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2016/192466 A1

(51) 国际专利分类号:
H04W 72/12 (2009.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/079058

(22) 国际申请日: 2016 年 4 月 12 日 (12.04.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201510303048.4 2015 年 6 月 4 日 (04.06.2015) CN

(71) 申请人: 电信科学技术研究院 (CHINA ACADEMY OF TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国北京市海淀区学院路 40 号, Beijing 100191 (CN)。

(72) 发明人: 焦斌 (JIAO, Bin); 中国北京市海淀区学院路 40 号, Beijing 100191 (CN)。

(74) 代理人: 北京同达信恒知识产权代理有限公司 (TDIP & PARTNERS); 中国北京市海淀区知春路 7 号致真大厦 A1304-05 室, Beijing 100191 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, 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,

[见续页]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR SCHEDULING

(54) 发明名称 : 一种进行调度的方法和设备

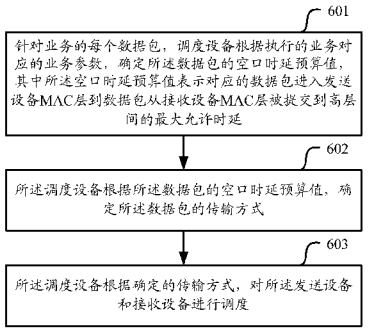


图 6

601 FOR EACH DATA PACKET OF A SERVICE, A SCHEDULING DEVICE DETERMINING AN ESTIMATED AIR INTERFACE DELAY VALUE OF THE DATA PACKET ACCORDING TO A SERVICE PARAMETER CORRESPONDING TO THE EXECUTED SERVICE, WHEREIN THE ESTIMATED AIR INTERFACE DELAY VALUE REPRESENTS A MAXIMUM ALLOWABLE DELAY FROM THE TIME WHEN A CORRESPONDING DATA PACKET ENTERS A MAC LAYER OF A SENDING DEVICE TO THE TIME WHEN THE DATA PACKET IS SUBMITTED TO A HIGHER LAYER FROM A MAC LAYER OF A RECEIVING DEVICE

602 THE SCHEDULING DEVICE DETERMINING A TRANSMISSION MODE OF THE DATA PACKET ACCORDING TO THE ESTIMATED AIR INTERFACE DELAY VALUE OF THE DATA PACKET

603 THE SCHEDULING DEVICE SCHEDULING THE SENDING DEVICE AND THE RECEIVING DEVICE ACCORDING TO THE DETERMINED TRANSMISSION MODE

(57) **Abstract**: The embodiments of the present application relate to the technical field of wireless communications, and in particular to a method and device for scheduling, which are used to solve the problem existing in the prior art that a current scheduling mode cannot satisfy a service with a higher delay requirement. In the embodiments of the present application, for each data packet of a service, an estimated air interface delay value of the data packet is determined according to a service parameter corresponding to the executed service; a transmission mode of the data packet is determined according to the estimated air interface delay value of the data packet; and a sending device and a receiving device are scheduled according to the determined transmission mode. Since in the embodiments of the present application, a transmission mode is determined by taking a data packet as a granularity, a service with a higher delay requirement can be satisfied.

(57) **摘要**: 本申请实施例涉及无线通信技术领域，特别涉及一种进行调度的方法和设备，用以解决现有技术中存在的目前的调度方式无法满足对于时延要求比较高的业务的问题。本申请实施例针对业务的每个数据包，根据执行的业务对应的业务参数，确定所述数据包的空口时延预算值，根据所述数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式，并根据确定的传输方式，对所述发送设备和接收设备进行调度。由于本申请实施例以数据包为粒度确定传输方式，从而能够满足时延要求比较高的业务。

WO 2016/192466 A1

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))。

一种进行调度的方法和设备

本申请要求在 2015 年 06 月 04 日提交中国专利局、申请号为 201510303048.4、申请名称为“一种进行调度的方法和设备”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技术领域，特别涉及一种进行调度的方法和设备。

背景技术

现有长期演进（Long Term Evolution，LTE）系统中，调度设备在进行调度决策时，主要根据承载的业务质量等级标识（QoS class Identifier，QCI；QoS，Quality of Service）决定调度优先级承载相关“数据流”的调度优先级。此外调度设备在调度时还会优先保证重传数据块得到优先调度。由于现有调度机制在媒体接入控制（Medium Access Control，MAC）通常根据默认最大重传次数进行传输，因此一个数据包在最好情况下传输时延只需几毫秒（例如网络空载并且信道条件好），而在最坏情况下(例如网络重载导致排队等待时延，重传时延等)可能达到几十毫秒。

现有调度机制可以满足语音，视频等多媒体流类业务相对宽松的（可以允许较大的时延抖动）时延要求。而对于未来 5G 自动控制类业务，需要满足业务所属数据包到达时延低于特定门限的概率达到 99.9%甚至 99.999%，这就要求调度设备在为每次传输制定传输方案时，要精确到以每个数据包为粒度制定传输方案，从而满足这种对于数据包传输时延门限近乎苛刻的要求。

由于目前调度设备主要保证的是业务的平均时延性能，对于有严格时延门限要求的业务，现有调度机制不能满足可靠传输的要求。

综上所述，目前的调度方式无法满足对于时延要求比较高的业务。

发明内容

本申请提供一种进行调度的方法和设备，用以解决现有技术中存在的目前的调度方式无法满足对于时延要求比较高的业务的问题。

本申请实施例提供的一种进行调度的方法，该方法包括:

针对执行的业务的每个数据包，调度设备根据所述业务对应的业务参数，确定所述数据包的空口时延预算值，其中所述空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延;

所述调度设备根据所述数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式；

所述调度设备根据确定的传输方式，对所述发送设备和接收设备进行调度。

可选的，所述调度设备根据所述业务对应的业务参数，确定所述数据包的空口时延预算值，包括：

所述调度设备根据所述数据包的等待时延值和所述业务参数中的端到端时延要求值，确定所述数据包的空口时延预算值。

可选的，所述调度设备根据所述数据包的等待时延值和所述业务参数中的端到端时延要求值，确定所述数据包的空口时延预算值，包括：

所述调度设备根据所述数据包的等待时延值、时延估计值和所述业务参数中的端到端时延要求值，确定所述数据包的空口时延预算值；

其中，针对上行传输，所述时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；针对下行传输，所述时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

可选的，所述调度设备确定所述数据包的空口时延预算值之前，还包括：

所述调度设备根据来自发送设备或接收设备的时延偏差信息或实际时延门限值，调整所述时延估计值。

可选的，所述调度设备根据下列方式确定所述数据包的等待时延值：

所述调度设备根据所述数据包的时间戳信息，确定所述数据包的等待时延值。

可选的，若所述数据包是所述业务的第一个数据包，所述数据包的时间戳信息是发送设备发送的；

若所述数据包不是所述业务的第一个数据包，所述数据包的时间戳信息是发送设备发送的，或所述数据包的时间戳信息是根据发送设备发送的第一个数据包的时间戳信息和收到第一个数据包的时间戳信息的时间确定的。

可选的，所述调度设备根据所述数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式，包括：

所述调度设备在所述空口时延预算值不小于设定阈值后，确定所述数据包的传输方式为能够进行重传的方式；

所述调度设备在所述空口时延预算值小于设定阈值后，确定所述数据包的传输方式为不能够进行重传的方式。

可选的，所述能够进行重传的方式为调度发送设备针对所述数据包进行首次传输，并在传输失败后进行重传。

可选的，每次传输为在空间上的至少一条传输通道中传输所述数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输所述数据包。

可选的，所述不能够进行重传的方式为：初始传输时，在空间上的至少一条传输通道

中传输所述数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输所述数据包。

本申请实施例提供的另一种进行调度的方法，该方法包括：

针对业务的每个数据包，发送设备确定所述数据包的时间戳信息；

所述发送设备将所述时间戳信息通知给调度设备，以使所述调度设备根据所述数据包的时间戳信息，确定所述数据包的空口时延预算值，根据所述数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式；其中所述空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备MAC层到数据包从接收设备MAC层被提交到高层间的最大允许时延；

所述发送设备根据所述调度设备确定的传输方式传输所述数据包。

可选的，所述数据包的空口时延预算值是所述调度设备根据所述数据包的等待时延值、时延估计值和所述业务的业务参数中的端到端时延要求值确定的；

其中，针对上行传输，所述时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；针对下行传输，所述时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

可选的，所述发送设备根据所述调度设备确定的传输方式传输所述数据包之前，还包括：

所述发送设备周期向所述调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使所述调度设备根据所述时延偏差信息调整所述时延估计值；或

所述发送设备在实际时延门限值大于设定门限值后，向所述调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使所述调度设备根据所述时延偏差信息调整所述时延估计值；

其中，所述时延偏差信息表示时延估计值与实际网络传输时延之间的偏差。

本申请实施例提供的一种进行调度的调度设备，该调度设备包括：

第一确定模块，用于针对执行的业务的每个数据包，根据所述业务对应的业务参数，确定所述数据包的空口时延预算值，其中所述空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备MAC层到数据包从接收设备MAC层被提交到高层间的最大允许时延；

第二确定模块，用于根据所述数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式；

调度模块，用于根据确定的传输方式，对所述发送设备和接收设备进行调度。

可选的，所述第一确定模块具体用于：

根据所述数据包的等待时延值和所述业务参数中的端到端时延要求值，确定所述数据包的空口时延预算值。

可选的，所述第一确定模块具体用于：

根据所述数据包的等待时延值、时延估计值和所述业务参数中的端到端时延要求值，确定所述数据包的空口时延预算值；

其中，若上行传输，所述时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；若下行传输，所述时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

可选的，所述第一确定模块还用于：

根据来自发送设备或接收设备的时延偏差信息或实际时延门限值，调整所述时延估计值。

可选的，所述第一确定模块具体用于，根据下列方式确定所述数据包的等待时延值：

根据所述数据包的时间戳信息，确定所述数据包的等待时延值。

可选的，若所述数据包是所述业务的第一个数据包，所述数据包的时间戳信息是发送设备发送的；

若所述数据包不是所述业务的第一个数据包，所述数据包的时间戳信息是发送设备发送的，或所述数据包的时间戳信息是根据发送设备发送的第一个数据包的时间戳信息和收到第一个数据包的时间戳信息的时间确定的。

可选的，所述第二确定模块具体用于：

在所述空口时延预算值不小于设定阈值后，确定所述数据包的传输方式为能够进行重传的方式；

在所述空口时延预算值小于设定阈值后，确定所述数据包的传输方式为不能够进行重传的方式。

可选的，所述能够进行重传的方式为调度发送设备针对所述数据包进行首次传输，并在传输失败后进行重传。

可选的，每次传输为在空间上的至少一条传输通道中传输所述数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输所述数据包。

可选的，所述不能够进行重传的方式为初始传输在空间上的至少一条传输通道中传输所述数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输所述数据包。

本申请实施例提供的一种进行调度的发送设备，该发送设备包括：

第三确定模块，用于针对业务的每个数据包，确定所述数据包的时间戳信息；

通知模块，用于将所述时间戳信息通知给调度设备，以使所述调度设备根据所述数据包的时间戳信息，确定所述数据包的空口时延预算值，根据所述数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式；其中所述空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备MAC层到数据包从接收设备MAC层被提交到高层间的最大允许时延；

传输模块，用于根据所述调度设备确定的传输方式传输所述数据包。

可选的，所述数据包的空口时延预算值是所述调度设备根据所述数据包的等待时延值、时延估计值和所述业务的业务参数中的端到端时延要求值确定的；

其中，针对上行传输，所述时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；针对下行传输，所述时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

可选的，所述第三确定模块还用于：

周期向所述调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使所述调度设备根据所述时延偏差信息调整所述时延估计值；或

在实际时延门限值大于设定门限值后，向所述调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使所述调度设备根据所述时延偏差信息调整所述时延估计值；

其中，所述时延偏差信息表示时延估计值与实际网络传输时延之间的偏差。

本申请实施例提供一种进行调度的调度设备，包括：

处理器，用于读取存储器中的程序，执行下列过程：

针对执行的业务的每个数据包，根据所述业务对应的业务参数，确定数据包的空口时延预算值，其中空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延；根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式；根据确定的传输方式，通过收发机对发送设备和接收设备进行调度；

收发机，用于在处理器的控制下接收和发送数据。

本申请实施例还提供一种进行调度的发送设备，包括：

处理器，用于读取存储器中的程序，执行下列过程：

针对业务的每个数据包，确定数据包的时间戳信息；通过收发机将时间戳信息通知给调度设备，以使调度设备根据数据包的时间戳信息，确定数据包的空口时延预算值，根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式；其中空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延；根据调度设备确定的传输方式通过收发机传输数据包；

收发机，用于在处理器的控制下接收和发送数据。

本申请实施例针对执行的业务的每个数据包，根据该业务对应的业务参数，确定所述数据包的空口时延预算值，根据所述数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式，并根据确定的传输方式，对所述发送设备和接收设备进行调度。由于本申请实施例以数据包为粒度确定传输方式，从而能够满足时延要求比较高的业务。

附图说明

图 1 为本申请实施例进行调度的系统结构示意图；

图 2 为本申请实施例第一种调度设备的结构示意图；

图 3 为本申请实施例第一种发送设备的结构视图；

图 4 为本申请实施例第二种调度设备的结构示意图；

图 5 为本申请实施例第二种发送设备的结构视图；

图 6 为本申请实施例进行调度的方法流程示意图；

图 7 为本申请实施例进行调度的方法流程示意图；

图 8 为本申请实施例上行传输的方法流程示意图;

图 9 为本申请实施例下行传输的方法流程示意图;

图 10 为本申请实施例终端之间传输的方法流程示意图;

图 11 为本申请实施例对时延预算估值进行调整的方法流程示意图。

具体实施方式

本申请实施例针对业务的每个数据包，根据执行的业务对应的业务参数，确定数据包的空口时延预算值，根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式，并根据确定的传输方式，对发送设备和接收设备进行调度。由于本申请实施例以数据包为粒度确定传输方式，从而能够满足时延要求比较高的业务。

下面对本申请涉及的名词进行解释，以便更好理解本申请。

数据包的空口时延预算值：表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延。

数据包的等待时延值：表示数据包被递交到发送端的 MAC 层后，一直到调度器收到调度请求之间经历的时延;

数据包等待时延是空口时延的一部分，特指从数据包进入到 MAC 层后一直到数据包被通过空口进行实际传输过程中这段时间。而网络传输时延除了空口时延外，也就是从数据包在接入点和通信对端通信实体之间传输的这段时延。

端到端时延要求值：表示端到端时延要求是指业务层通信实体之间的时延要求，端到端通信包括终端与服务器（Client-Server）模式的通信，也包括终端与终端（Peer-Peer）模式的通信，在终端与终端下数据可以经过转发节点，也可以不经过转发节点。

时延估计值：调度设备根据业务上下文或历史信息估计出的时延估计值。

若上行传输，时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；若下行传输，时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

时延偏差信息：表示时延估计值与实际网络传输时延之间的偏差。

时延估计值：表示是指业务数据，在接入点和对端通信实体之间传输的实际时延，由于对端实体在网络中位置可能不固定（例如网络中可以有多个可重定向的 Web 服务器），并且数据路由本身也可能不固定，因此造成了估计值和实际网络传输时延可能有一定偏差。

实际时延门限值：表示接收端根据端到端时延要求和实际端到端传输时延计算出的“冗余时延”（例如端到端时延要求 10ms，实际测到端到端时延 8ms 则冗余 2ms），则接受端可以将冗余时延与当前空口时延预算相加得到实际空口允许的时延门限（也就是实际时延门限）。

下面结合说明书附图对本申请实施例作进一步详细描述。

如图 1 所示，本申请实施例进行调度的系统包括：调度设备 10、发送设备 20 和接收设备 30。

调度设备 10，用于针对执行的业务的每个数据包，根据该业务对应的业务参数，确定数据包的空口时延预算值，其中空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延；根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式，根据确定的传输方式，对发送设备和接收设备进行调度；

发送设备 20，用于根据调度设备 10 配置的传输方式，发送数据包；

接收设备 30，用于根据调度设备 10 配置的传输方式，接收数据包。

本申请实施例调度设备以数据包为粒度确定传输方式。根据执行的业务对应的业务参数，确定数据包的空口时延预算值。

其中，业务对应的业务参数包括但不限于下列中的部分或全部：

端到端时延门限要求、时延估计值、业务传输可靠性要求、业务特性信息（周期性业务及其周期时间长度，突发性业务）。

本申请实施例的业务参数是半静态参数。在实施中，将半静态参数配置到调度设备上，这样可以带来较高的灵活性。允许不同的运营商，以及不同的行业应用场景下差异性的配置这些参数。

其中，针对上行传输，时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；针对下行传输，时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

在实施中，本申请实施例的传输可以是上行传输；也可以是下行传输；还可以终端间的传输。

如果是上行传输，本申请实施例的发送设备是终端；接收设备是接入点。

本申请实施例的终端可以是智能手机，各类智能传感器，各类智能机器人机械臂，以及各类智能可穿戴设备。

本申请实施例的接入点可以是蜂窝通信中的基站、中继设备、家庭基站，以及 Wifi 中的接入点（Access point）（普通家用的 WiFi 路由器集成了接入点和路由器的功能，按照 802.11 协议也支持接入和控制器分离的场景，用于多接入点组网的场景，这里接入点主要指空口数据接收和发送的由运营商或用户部署的基础设施设备。）、无线路由器等。

如果是下行传输，本申请实施例的发送设备是接入点；接收设备是终端。

如果是终端间传输（比如 D2D 传输），本申请实施例的发送设备是终端；接收设备是终端。

本申请实施例在进行上行传输时，数据包从接入网到外部网络的时延预算是相对固定的，这部分主要取决与接入网络与外部网络对等实体的空间距离，因此这部分预算在业务

建立过程中就可以作为一个半静态的参数确定下来。而对于空口时延由于每个数据包的等待时延很可能是不同的（与具体上行资源请求过程相关），因此调度设备在进行调度时要对每个数据包计算空口时延可靠性预算。

本申请实施例下行传输，接入点收到下行数据包后，为该数据包生成时间戳信息，并在请求调度设备进行下行调度时将下行数据到的时间戳信息通知调度设备。调度设备为该下行数据包计算空口时延可靠性预算。

本申请实施例终端间直接传输，由于不涉及网络侧的转发时延，因此调度设备在确定调度方案时根据端到端时延确定数据包空口时延预算。

下面分别进行介绍。

情况一、上行传输。

调度设备根据执行的业务对应的业务参数，确定数据包的空口时延预算值时，根据数据包的等待时延值和业务参数中的端到端时延要求值，确定数据包的空口时延预算值。

进一步的，调度设备根据数据包的等待时延值、时延估计值和业务参数中的端到端时延要求值，确定数据包的空口时延预算值；

其中，针对上行传输，时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值。

可选的，空口时延预算值等于端到端时延要求值减去等待时延值再减去时延估计值。

在实施中，本申请实施例的等待时延值是调度设备根据数据包的时间戳信息确定的。

如果业务不是周期性业务，发送设备会为每一个数据包生成时间戳信息，这里的时间戳信息可以是绝对时间戳信息也可以是相对时间戳信息。

如果业务是周期性业务，发送设备会为第一个数据包生成时间戳信息，这里的时间戳信息可以是绝对时间戳信息也可以是相对时间戳信息。对于后续数据包的时间戳信息，发送设备可以生成后续数据包的时间戳信息，也可以不生成，如果不生成，由于业务是周期业务，调度设备在获得第一个数据包的时间戳信息后，可以根据周期性推算出后续数据包的时间戳信息。

绝对时间戳信息可以基于例如世界协调时（UTC）。相对时间戳信息可以是数据包到达时刻的系统的帧号和子帧号信息，或根据系统零号帧计算出的偏移值。

发送设备在确定了数据包的时间戳信息后，会将数据包的时间戳信息发送给调度设备，比如可以在上行调度请求中携带时间戳信息；

相应的，调度设备可以根据数据包的时间戳信息和收到的上行调度请求的时刻确定数据包的等待时延值。

例如数据包中携带的UTC表示时间信息T1，调度设备收到上行调度信息世界时刻T2，则调度设备用T2-T1就得到了等待时延。

在实施中，如果业务是周期业务，发送设备只发送第一个数据包的时间戳信息，则调

度设备在确定接收后续上行调度请求的时刻时，需要调度设备和发送设备进行同步，例如调度设备和发送设备都是采用“世界时”同步方式，则调度设备在确定“收到上行调度请求”的时刻时，就是按照世界时为参考，记录收到上行调度消息的世界时信息。

例如首个数据包 T1 时刻到达，业务周期 20ms，调度设备可以为发送设备预分配 T1+20ms，T1+40ms，T1+60ms...的传输资源，这种情况下调度设备只需要知道首个数据包的到达时刻，由于可以准确估计出后续数据包的到达时刻，因此可以将调度等待时延完全消除。

由于发送设备到外部网络的时延估计值可能存在一定偏差值，调度设备还可以读时延估计值进行调整。

具体的，发送设备周期向调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值；或

发送设备在实际时延门限值大于设定门限值后，向调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值;

其中，时延偏差信息表示时延估计值与实际网络传输时延之间的偏差。

也就是说，时延偏差信息等于时延估计值与实际网络传输时延之间的差值。网络传输时延等于端到端传输时延减去空口传输时延。

相应的，调度设备根据来自发送设备或接收设备的时延偏差信息或实际时延门限值，调整时延估计值。

可选的，调度设备根据业务类型或历史信息，设定接入点到外部网络的时延估计值。

例如根据目标设备的互联网协议（Internet Protocol，IP）地址与设备自身的 IP 地址所处的网段，判断目标设备是一个”本地设备”还是一个“国内设备”或者是一个“外国设备”，类似于根据 IP 地址粗略判断设备的地理位置的方式。历史信息方式，即调度器保存其他终端与相同目标对端的（例如根据目标 IP 地址确定目标对端）通信过程中保存的实际时延作为本次通信的时延估计值。

发送设备根据实际数据到达情况计算实际数据到达时延门限。例如终端业务的按时到达率要求是 99.9%，则根据实际到达数据情况，计算 99.9%数据包到达的时延门限值。

本申请实施例在上报时可以同时支持事件触发型的上报和周期性上报。

事件触发性上报:

发送设备统计的实际时延门限一旦超过时延门限要求，立即触发上报时延门限偏差信息或实际时延门限信息（例如终端的移动性或通信模式导致实际数据传输路径发生重大变化或者业务建立初期调度设备对接入点到外部网络的时延估计存在重大偏差的情况下）。

周期性上报:

发送设备可以周期上报实际时延门限与时延门限要求的偏差信息，也可以周期上报发送设备测量到的实际时延门限信息。

相应的，调度设备根据时延偏差信息调整接入点到外部网络的时延估计值。

例如，如果调度设备发现延迟误差是+1ms，则将时延估计值减 1ms；如果调度设备发现延迟误差是-1ms，则将时延估计值+1ms。

调度设备在确定数据包的空口时延预算值后，就可以根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式。

可选的，调度设备在空口时延预算值不小于设定阈值后，确定数据包的传输方式为能够进行重传的方式；

调度设备在空口时延预算值小于设定阈值后，确定数据包的传输方式为不能够进行重传的方式。

其中，能够进行重传的方式为调度发送设备针对数据包进行首次传输，并在传输失败后进行重传。

可选的，针对数据包进行首次传输的可靠性为设定数值。

阈值的可以根据需要设定。比如单路一次传输时延和一次重传时延之和可以作为阈值，这样如果空口时延预算值小于设定阈值，无法完成一次重传，所以确定的传输方式为不能够进行重传的方式；反之，如果空口时延预算值不小于设定阈值，则可以至少完成一次重传，所以确定的传输方式为能够进行重传的方式。

比如针对当前数据包的空口时延预算值为 5ms 情况下（假设当前空口的性能指标是，单路一次传输时延 4ms，可靠性达到 99%，一次重传时延 8ms，可靠性达到 99.9%）。基于上述空口性能指标参数，由于空口最多仅能允许一次传输，因此调度设备可以通过多路传输方式提高空口传输可靠性。如果针对当前数据包的空口时延预算值为 12ms，则空口传输过程除一次初始传输外还能允许一次重传，并且一次重传后可靠性可以达到 99.9%。

一、可选的，如果确定可以进行重传，则可以进行单路多次传输，每次传输可以在空间上的一条传输通道中传输数据包；或在频域上的一条传输通道中传输数据包。

具体的，在空口传输时延预算允许进行多次重传的情况，调度设备根据发送设备与接收设备之间的信道情况估计单次传输可达到的可靠性性能。

例如通过设置较低的调制编码方式（Modulation and coding scheme，MCS）等级，将空口单次单路上行传输的可靠性控制点控制在 99%的正确传输概率，因此对于空口无反馈情况，为达到 99.999%可靠性，则至少需要发送设备进行三次盲重传，因此调度设备可以选择直接调度发送端在空口进行三次单路盲重传，前提是空口传输时延预算允许进行三次重传。

如果空口时延预算值较大，例如空口时延预算值支持有反馈的重传（在有反馈情况下，发送设备根据接收设备的反馈信息确定是否需要重传，因此与盲重传相比将引入更大时延），则调度设备可以调度发送设备首先进行单路单次传输，并在单路单次传输失败情况

下调度重传。

这里还是假设通过选择较低的 MCS 等级，单路单次传输可靠性可达到 99%，在初始传输失败情况下，为保证重传的可靠性，调度设备可以调度发送设备在重传时采用盲重传方案来提高传输可靠性（例如通过调度三次盲重传使可靠性达到 99.999%）。

为提高空口资源利用率，调度设备在调度初始传输时可以采用追求频谱效率的策略，包括通过提高 MCS 等级降低可靠性要求，将初次传输的可靠性点设置在 90%，在初始传输失败情况下，为保证重传的可靠性，可以调度发送设备在重传时采用盲重传方案来提高传输可靠性（例如通过调度三次盲重传使可靠性达到 99.999%）。

将单次传输可靠性设置成不同点对无线资源消耗量和处理复杂度是不同的，例如为达到 99%的单次可靠性，付出的资源效率将是 90%的 10 倍，因此由于将初次传输的可靠性设置为 90%的话，同样为了达到 99%的可靠性资源消耗会大大降低。在最坏的情况下可能一样，由于资源消耗和可靠性不是线性关系，但是平均资源消耗是不一样的。

当然，为了进一步提高传输可靠性，如果确定可以进行重传，也可以进行多路多次传输，即每次传输可以在空间上的多条传输通道中传输数据包；或在频域上的多条传输通道中传输数据包。

二、可选的，如果确定不可以进行重传，则可以进行多路单次传输，即在空间上的多条传输通道中传输数据包；或在频域上的多条传输通道中传输数据包。

具体的，在空口时延预算较小的情况下，调度设备可以通过调度发送设备使用多路传输方案提高传输可靠性。

通过空间多路传输提高可靠性，例如对于上行传输方向是，调度设备调度多个接收设备对发送设备的上行传输尝试接收。这里假设单路传输的可靠性可达到 99%情况下，调度设备通过调度至少三个接入点尝试上行接收，将可靠性提升到 99.999%。

通过频域多路传输提高可靠性，例如发送设备在一路载波上的数据传输可靠性是 99%，调度设备通过调度发送设备分别在至少 3 个不相关载波上对数据进行重复传输，接收设备通过三个载波进行接收，从而将可靠性提高到 99.999%。其中不同的载波可以是相同的 RAT 类型（例如载波都是基于 LTE 空口），也可以是不同的 RAT 类型（载波包括 LTE 空口和 WLAN 空口）。

需要说明的是，上述二也适用重传，即首次传输和重传都可以进行多路单次传输。

可选的，如果调度设备能够获得终端的能力，还可以根据终端的能力确定是否进行多路单次传输。

如果终端能够支持多路传输，则可以选择进行多路单次传输；否则，不进行多路单次传输。

当然，如果确定不可以进行重传，也可以进行单路单次传输，即初始传输可以在空间

上的一条传输通道中传输数据包；或在频域上的一条传输通道中传输数据包。

三、单路与多路组合传输方案。

对于空口预算允许有反馈重传的情况下，调度设备可以调度终端在初始传输情况下采用单路传输方案从而获得较好的频谱效率性能，并在初始传输失败情况下，通过调度多路传输方案提高重传的可靠性。

调度设备在调度初始传输时采用追求频谱效率的策略，包括通过提高 MCS 等级降低可靠性要求，包括将初次传输的可靠性点设置在 90%，在初始传输失败情况下，为保证重传的可靠性，调度设备可以调度终端通过多路传输方案将传输可靠性提升到 99.999%。

情况二、下行传输。

调度设备根据执行的业务对应的业务参数，确定数据包的空口时延预算值时，根据数据包的等待时延值和业务参数中的端到端时延要求值，确定数据包的空口时延预算值。

进一步的，调度设备根据数据包的等待时延值、时延估计值和业务参数中的端到端时延要求值，确定数据包的空口时延预算值；

其中，针对下行传输，时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

可选的，空口时延预算值等于端到端时延要求值减去等待时延值再减去时延估计值。

在实施中，本申请实施例的等待时延值是调度设备根据数据包的时间戳信息确定的。

如果业务不是周期性业务，发送设备会为每一个数据包生成时间戳信息，这里的时间戳信息可以是绝对时间戳信息也可以是相对时间戳信息。

如果业务是周期性业务，发送设备会为第一个数据包生成时间戳信息，这里的时间戳信息可以是绝对时间戳信息也可以是相对时间戳信息。对于后续数据包的时间戳信息，发送设备可以生成后续数据包的时间戳信息，也可以不生成，如果不生成，由于业务是周期业务，调度设备在获得第一个数据包的时间戳信息后，可以根据周期性推算出后续数据包的时间戳信息。

绝对时间戳信息可以基于例如世界协调时（UTC）。相对时间戳信息可以是数据包到达时刻的系统的帧号和子帧号信息，或根据系统零号帧计算出的偏移值。

发送设备在确定了数据包的时间戳信息后，会将数据包的时间戳信息发送给调度设备，比如可以在上行调度请求中携带时间戳信息；

相应的，调度设备可以根据数据包的时间戳信息和收到的上行调度请求的时刻确定数据包的等待时延值。

例如数据包中携带的 UTC 表示时间信息 T1，调度设备收到上行调度信息世界时刻 T2，则调度设备用 T2-T1 就得到了等待时延。

在实施中，如果业务是周期业务，发送设备只发送第一个数据包的时间戳信息，则调度设备在确定接收后续上行调度请求的时刻时，需要调度设备和发送设备进行同步，例如

调度设备和发送设备都是采用“世界时”同步方式，则调度设备在确定“收到上行调度请求”的时刻时，就是按照世界时为参考，记录收到上行调度消息的世界时信息。

由于发送设备到外部网络的时延估计值可能存在一定偏差值，调度设备还可以读时延估计值进行调整。

具体的，发送设备周期向调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值；或

发送设备在实际时延门限值大于设定门限值后，向调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值;

其中，时延偏差信息表示时延估计值与实际网络传输时延之间的偏差。

相应的，调度设备根据来自发送设备或接收设备的时延偏差信息或实际时延门限值，调整时延估计值。

可选的，调度设备根据业务类型或历史信息，设定接入点到外部网络的时延估计值。

例如根据目标设备的 IP 地址与设备自身的 IP 地址所处的网段，判断目标设备是一个”本地设备”还是一个“国内设备”或者是一个“外国设备”，类似于根据 IP 地址粗略判断设备的地理位置的方式。历史信息方式，即调度器保存其他终端与相同目标对端的（例如根据目标 IP 地址确定目标对端）通信过程中保存的实际时延作为本次通信的时延估计值。

发送设备根据实际数据到达情况计算实际数据到达时延门限。例如终端业务的按时到达率要求是 99.9%，则根据实际到达数据情况，计算 99.9%数据包到达的时延门限值。

本申请实施例在上报时可以同时支持事件触发型的上报和周期性上报。

事件触发性上报:

发送设备统计的实际时延门限一旦超过时延门限要求，立即触发上报时延门限偏差信息或实际时延门限信息（例如终端的移动性或通信模式导致实际数据传输路径发生重大变化或者业务建立初期调度设备对接入点到外部网络的时延估计存在重大偏差的情况下）。

周期性上报:

发送设备可以周期上报实际时延门限与时延门限要求的偏差信息，也可以周期上报发送设备测量到的实际时延门限信息。

相应的，调度设备根据时延偏差信息调整接入点到外部网络的时延估计值。

例如，如果调度设备发现延迟误差是+1ms，则将时延估计值减 1ms；如果调度设备发现延迟误差是-1ms，则将时延估计值+1ms。

调度设备在确定数据包的空口时延预算值后，就可以根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式。

可选的，调度设备在空口时延预算值不小于设定阈值后，确定数据包的传输方式为能够进行重传的方式;

调度设备在空口时延预算值小于设定阈值后，确定数据包的传输方式为不能够进行重

传的方式。

其中，能够进行重传的方式为调度发送设备针对数据包进行首次传输，并在传输失败后进行重传。

可选的，针对数据包进行首次传输的可靠性为设定数值。

阈值的可以根据需要设定。比如单路一次传输时延和一次重传时延之和可以作为阈值，这样如果空口时延预算值小于设定阈值，无法完成一次重传，所以确定的传输方式为不能够进行重传的方式；反之，如果空口时延预算值不小于设定阈值，则可以至少完成一次重传，所以确定的传输方式为能够进行重传的方式。

比如针对当前数据包的空口时延预算值为 5ms 情况下（假设当前空口的性能指标是，单路一次传输时延 4ms，可靠性达到 99%，一次重传时延 8ms，可靠性达到 99.9%）。基于上述空口性能指标参数，由于空口最多仅能允许一次传输，因此调度设备可以通过多路传输方式提高空口传输可靠性。如果针对当前数据包的空口时延预算值为 12ms，则空口传输过程除一次初始传输外还能允许一次重传，并且一次重传后可靠性可以达到 99.9%。

一、可选的，如果确定可以进行重传，则可以进行单路多次传输，每次传输可以在空间上的一条传输通道中传输数据包；或在频域上的一条传输通道中传输数据包。

具体的，在空口传输时延预算允许进行多次重传的情况，调度设备根据发送设备与接收设备之间的信道情况估计单次传输可达到的可靠性性能。

例如通过设置较低的调制编码方式（Modulation and coding scheme，MCS）等级，将空口单次单路上行传输的可靠性控制点控制在 99%的正确传输概率，因此对于空口无反馈情况，为达到 99.999%可靠性，则至少需要发送设备进行三次盲重传，因此调度设备可以选择直接调度发送端在空口进行三次单路盲重传，前提是空口传输时延预算允许进行三次重传。

如果空口时延预算值较大，例如空口时延预算值支持有反馈的重传（在有反馈情况下，发送设备根据接收设备的反馈信息确定是否需要重传，因此与盲重传相比将引入更大时延），则调度设备可以调度发送设备首先进行单路单次传输，并在单路单次传输失败情况下调度重传。

这里还是假设通过选择较低的 MCS 等级，单路单次传输可靠性可达到 99%，在初始传输失败情况下，为保证重传的可靠性，调度设备可以调度发送设备在重传时采用盲重传方案来提高传输可靠性（例如通过调度三次盲重传使可靠性达到 99.999%）。

为提高空口资源利用率，调度设备在调度初始传输时可以采用追求频谱效率的策略，包括通过提高 MCS 等级降低可靠性要求，将初次传输的可靠性点设置在 90%，在初始传输失败情况下，为保证重传的可靠性，可以调度发送设备在重传时采用盲重传方案来提高传输可靠性（例如通过调度三次盲重传使可靠性达到 99.999%）。

将单次传输可靠性设置成不同点对无线资源消耗量和处理复杂度是不同的，例如为达到 99%的单次可靠性，付出的资源效率将是 90%的 10 倍，因此由于将初次传输的可靠性设置为 90%的话，同样为了达到 99%的可靠性资源消耗会大大降低。在最坏的情况下可能一样，由于资源消耗和可靠性不是线性关系，但是平均资源消耗是不一样的。

当然，为了进一步提高传输可靠性，如果确定可以进行重传，也可以进行多路多次传输，即每次传输可以在空间上的多条传输通道中传输数据包；或在频域上的多条传输通道中传输数据包。

二、可选的，如果确定不可以进行重传，则可以进行多路单次传输，即在空间上的多条传输通道中传输数据包；或在频域上的多条传输通道中传输数据包。

具体的，在空口时延预算较小的情况下，调度设备可以通过调度发送设备使用多路传输方案提高传输可靠性。

通过空间多路传输提高可靠性，例如对于上行传输方向是，调度设备调度多个接收设备对发送设备的上行传输尝试接收。这里假设单路传输的可靠性可达到 99%情况下，调度设备通过调度至少三个接入点尝试上行接收，将可靠性提升到 99.999%。

通过频域多路传输提高可靠性，例如发送设备在一路载波上的数据传输可靠性是 99%，调度设备通过调度发送设备分别在至少 3 个不相关载波上对数据进行重复传输，接收设备通过三个载波进行接收，从而将可靠性提高到 99.999%。其中不同的载波可以是相同的 RAT 类型（例如载波都是基于 LTE 空口），也可以是不同的 RAT 类型（载波包括 LTE 空口和 WLAN 空口）。

需要说明的是，上述二也适用重传，即首次传输和重传都可以进行多路单次传输。

可选的，如果调度设备能够获得终端的能力，还可以根据终端的能力确定是否进行多路单次传输。

如果终端能够支持多路传输，则可以选择进行多路单次传输；否则，不进行多路单次传输。

当然，如果确定不可以进行重传，也可以进行单路单次传输，即初始传输可以在空间上的一条传输通道中传输数据包；或在频域上的一条传输通道中传输数据包。

三、单路与多路组合传输方案。

对于空口预算允许有反馈重传的情况下，调度设备可以调度终端在初始传输情况下采用单路传输方案从而获得较好的频谱效率性能，并在初始传输失败情况下，通过调度多路传输方案提高重传的可靠性。

调度设备在调度初始传输时采用追求频谱效率的策略，包括通过提高 MCS 等级降低可靠性要求，包括将初次传输的可靠性点设置在 90%，在初始传输失败情况下，为保证重传的可靠性，调度设备可以调度终端通过多路传输方案将传输可靠性提升到 99.999%。

情况三、终端和终端之间的传输。

调度设备根据执行的业务对应的业务参数，确定数据包的空口时延预算值时，根据数据包的等待时延值和业务参数中的端到端时延要求值，确定数据包的空口时延预算值。

可选的，空口时延预算值等于端到端时延要求值减去等待时延值。

在实施中，本申请实施例的等待时延值是调度设备根据数据包的时间戳信息确定的。

如果业务不是周期性业务，发送设备会为每一个数据包生成时间戳信息，这里的时间戳信息可以是绝对时间戳信息也可以是相对时间戳信息。

如果业务是周期性业务，发送设备会为第一个数据包生成时间戳信息，这里的时间戳信息可以是绝对时间戳信息也可以是相对时间戳信息。对于后续数据包的时间戳信息，发送设备可以生成后续数据包的时间戳信息，也可以不生成，如果不生成，由于业务是周期业务，调度设备在获得第一个数据包的时间戳信息后，可以根据周期性推算出后续数据包的时间戳信息。

绝对时间戳信息可以基于例如世界协调时（UTC）。相对时间戳信息可以是数据包到达时刻的系统的帧号和子帧号信息，或根据系统零号帧计算出的偏移值。

发送设备在确定了数据包的时间戳信息后，会将数据包的时间戳信息发送给调度设备，比如可以在上行调度请求中携带时间戳信息;

相应的，调度设备可以根据数据包的时间戳信息和收到的上行调度请求的时刻确定数据包的等待时延值。

例如数据包中携带的UTC表示时间信息T1，调度设备收到上行调度信息世界时刻T2，则调度设备用 T2-T1 就得到了等待时延。

在实施中，如果业务是周期业务，发送设备只发送第一个数据包的时间戳信息，则调度设备在确定接收后续上行调度请求的时刻时，需要调度设备和发送设备进行同步，例如调度设备和发送设备都是采用“世界时”同步方式，则调度设备在确定“收到上行调度请求”的时刻时，就是按照世界时为参考，记录收到上行调度消息的世界时信息。

可选的，调度设备在空口时延预算值不小于设定阈值后，确定数据包的传输方式为能够进行重传的方式;

调度设备在空口时延预算值小于设定阈值后，确定数据包的传输方式为不能够进行重传的方式。

其中，能够进行重传的方式为调度发送设备针对数据包进行首次传输，并在传输失败后进行重传。

可选的，针对数据包进行首次传输的可靠性为设定数值。

阈值的可以根据需要设定。比如单路一次传输时延和一次重传时延之和可以作为阈值，这样如果空口时延预算值小于设定阈值，无法完成一次重传，所以确定的传输方式为

不能够进行重传的方式；反之，如果空口时延预算值不小于设定阈值，则可以至少完成一次重传，所以确定的传输方式为能够进行重传的方式。

比如针对当前数据包的空口时延预算值为 5ms 情况下（假设当前空口的性能指标是，单路一次传输时延 4ms，可靠性达到 99%，一次重传时延 8ms，可靠性达到 99.9%）。基于上述空口性能指标参数，由于空口最多仅能允许一次传输，因此调度设备可以通过多路传输方式提高空口传输可靠性。如果针对当前数据包的空口时延预算值为 12ms，则空口传输过程除一次初始传输外还能允许一次重传，并且一次重传后可靠性可以达到 99.9%。

一、可选的，如果确定可以进行重传，则可以进行单路多次传输，每次传输可以在空间上的一条传输通道中传输数据包；或在频域上的一条传输通道中传输数据包。

具体的，在空口传输时延预算允许进行多次重传的情况，调度设备根据发送设备与接收设备之间的信道情况估计单次传输可达到的可靠性性能。

例如通过设置较低的调制编码方式（Modulation and coding scheme，MCS）等级，将空口单次单路上行传输的可靠性控制点控制在 99%的正确传输概率，因此对于空口无反馈情况，为达到 99.999%可靠性，则至少需要发送设备进行三次盲重传，因此调度设备可以选择直接调度发送端在空口进行三次单路盲重传，前提是空口传输时延预算允许进行三次重传。

如果空口时延预算值较大，例如空口时延预算值支持有反馈的重传（在有反馈情况下，发送设备根据接收设备的反馈信息确定是否需要重传，因此与盲重传相比将引入更大时延），则调度设备可以调度发送设备首先进行单路单次传输，并在单路单次传输失败情况下调度重传。

这里还是假设通过选择较低的 MCS 等级，单路单次传输可靠性可达到 99%，在初始传输失败情况下，为保证重传的可靠性，调度设备可以调度发送设备在重传时采用盲重传方案来提高传输可靠性（例如通过调度三次盲重传使可靠性达到 99.999%）。

为提高空口资源利用率，调度设备在调度初始传输时可以采用追求频谱效率的策略，包括通过提高 MCS 等级降低可靠性要求，将初次传输的可靠性点设置在 90%，在初始传输失败情况下，为保证重传的可靠性，可以调度发送设备在重传时采用盲重传方案来提高传输可靠性（例如通过调度三次盲重传使可靠性达到 99.999%）。

将单次传输可靠性设置成不同点对无线资源消耗量和处理复杂度是不同的，例如为达到 99%的单次可靠性，付出的资源效率将是 90%的 10 倍，因此由于将初次传输的可靠性设置为 90%的话，同样为了达到 99%的可靠性资源消耗会大大降低。在最坏的情况下可能一样，由于资源消耗和可靠性不是线性关系，但是平均资源消耗是不一样的。

当然，为了进一步提高传输可靠性，如果确定可以进行重传，也可以进行多路多次传输，即每次传输可以在空间上的多条传输通道中传输数据包；或在频域上的多条传输通道

中传输数据包。

二、可选的，如果确定不可以进行重传，则可以进行多路单次传输，即在空间上的多条传输通道中传输数据包；或在频域上的多条传输通道中传输数据包。

具体的，在空口时延预算较小的情况下，调度设备可以通过调度发送设备使用多路传输方案提高传输可靠性。

通过空间多路传输提高可靠性，例如对于上行传输方向是，调度设备调度多个接收设备对发送设备的上行传输尝试接收。这里假设单路传输的可靠性可达到99%情况下，调度设备通过调度至少三个接入点尝试上行接收，将可靠性提升到99.999%。

通过频域多路传输提高可靠性，例如发送设备在一路载波上的数据传输可靠性是99%，调度设备通过调度发送设备分别在至少3个不相关载波上对数据进行重复传输，接收设备通过三个载波进行接收，从而将可靠性提高到99.999%。其中不同的载波可以是相同的RAT类型（例如载波都是基于LTE空口），也可以是不同的RAT类型（载波包括LTE空口和WLAN空口）。

需要说明的是，上述二也适用重传，即首次传输和重传都可以进行多路单次传输。

可选的，如果调度设备能够获得终端的能力，还可以根据终端的能力确定是否进行多路单次传输。

如果终端能够支持多路传输，则可以选择进行多路单次传输；否则，不进行多路单次传输。

当然，如果确定不可以进行重传，也可以进行单路单次传输，即初始传输可以在空间上的一条传输通道中传输数据包；或在频域上的一条传输通道中传输数据包。

三、单路与多路组合传输方案。

对于空口预算允许有反馈重传的情况下，调度设备可以调度终端在初始传输情况下采用单路传输方案从而获得较好的频谱效率性能，并在初始传输失败情况下，通过调度多路传输方案提高重传的可靠性。

调度设备在调度初始传输时采用追求频谱效率的策略，包括通过提高MCS等级降低可靠性要求，包括将初次传输的可靠性点设置在90%，在初始传输失败情况下，为保证重传的可靠性，调度设备可以调度终端通过多路传输方案将传输可靠性提升到99.999%。

如图2所示，本申请实施例的第一种调度设备包括:

第一确定模块200，用于针对执行的业务的每个数据包，根据该业务对应的业务参数，确定数据包的空口时延预算值，其中空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备MAC层到数据包从接收设备MAC层被提交到高层间的最大允许时延;

第二确定模块201，用于根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式;

调度模块202，用于根据确定的传输方式，对发送设备和接收设备进行调度。

可选的，第一确定模块 200 具体用于:

根据数据包的等待时延值和业务参数中的端到端时延要求值，确定数据包的空口时延预算值。

可选的，第一确定模块 200 具体用于:

根据数据包的等待时延值、时延估计值和业务参数中的端到端时延要求值，确定数据包的空口时延预算值;

其中，针对上行传输，时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；针对下行传输，时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

可选的，第一确定模块 200 还用于:

根据来自发送设备或接收设备的时延偏差信息或实际时延门限值，调整时延估计值。

可选的，第一确定模块 200 具体用于，根据下列方式确定数据包的等待时延值:

根据数据包的时间戳信息，确定数据包的等待时延值。

可选的，若数据包是业务的第一个数据包，数据包的时间戳信息是发送设备发送的;

若数据包不是业务的第一个数据包，数据包的时间戳信息是发送设备发送的，或数据包的时间戳信息是根据发送设备发送的第一个数据包的时间戳信息和收到第一个数据包的时间戳信息的时间确定的。

可选的，第二确定模块 201 具体用于:

在空口时延预算值不小于设定阈值后，确定数据包的传输方式为能够进行重传的方式;

在空口时延预算值小于设定阈值后，确定数据包的传输方式为不能够进行重传的方式。

可选的，能够进行重传的方式为调度发送设备针对数据包进行首次传输，并在传输失败后进行重传。

可选的，每次传输为在空间上的至少一条传输通道中传输数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输数据包。

可选的，不能够进行重传的方式为：初始传输时，在空间上的至少一条传输通道中传输数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输数据包。

如图 3 所示，本申请实施例的第一种发送设备包括:

第三确定模块 300，用于针对业务的每个数据包，确定数据包的时间戳信息;

通知模块 301，用于将时间戳信息通知给调度设备，以使调度设备根据数据包的时间戳信息，确定数据包的空口时延预算值，根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式；其中空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延;

传输模块 302，用于根据调度设备确定的传输方式传输数据包。

可选的，数据包的空口时延预算值是调度设备根据数据包的等待时延值、时延估计值和业务的业务参数中的端到端时延要求值确定的；

其中，针对上行传输，时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；针对下行传输，时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

可选的，第三确定模块 300 还用于：

周期向调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使调度设备根据时延偏差信息调整时延估计值；或

在实际时延门限值大于设定门限值后，向调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使调度设备根据时延偏差信息调整时延估计值；

其中，时延偏差信息表示时延估计值与实际网络传输时延之间的偏差。

在实施中，本申请实施例的调度设备可以嵌入到发送设备或接收设备中。

如果是上行传输或终端间传输，本申请实施例的发送设备为终端；如果是下行传输，本申请实施例的发送设备为接入点。

如图 4 所示，本申请实施例的第二种调度设备包括：

处理器 401，用于读取存储器 404 中的程序，执行下列过程：

针对执行的业务的每个数据包，根据该业务对应的业务参数，确定数据包的空口时延预算值，其中空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延；根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式；根据确定的传输方式，通过收发机 402 对发送设备和接收设备进行调度。

收发机 402，用于在处理器 401 的控制下接收和发送数据。

可选的，处理器 401 具体用于：

根据数据包的等待时延值和业务参数中的端到端时延要求值，确定数据包的空口时延预算值。

可选的，处理器 401 具体用于：

根据数据包的等待时延值、时延估计值和业务参数中的端到端时延要求值，确定数据包的空口时延预算值；

其中，针对上行传输，时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；针对下行传输，时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

可选的，处理器 401 还用于：

根据来自发送设备或接收设备的时延偏差信息或实际时延门限值，调整时延估计值。

可选的，处理器 401 具体用于，根据下列方式确定数据包的等待时延值：

根据数据包的时间戳信息，确定数据包的等待时延值。

可选的，若数据包是业务的第一个数据包，数据包的时间戳信息是发送设备发送的；

若数据包不是业务的第一个数据包，数据包的时间戳信息是发送设备发送的，或数据包的时间戳信息是根据发送设备发送的第一个数据包的时间戳信息和收到第一个数据包的时间戳信息的时间确定的。

可选的，处理器 401 具体用于：

在空口时延预算值不小于设定阈值后，确定数据包的传输方式为能够进行重传的方式；

在空口时延预算值小于设定阈值后，确定数据包的传输方式为不能够进行重传的方式。

可选的，能够进行重传的方式为调度发送设备针对数据包进行首次传输，并在传输失败后进行重传。

可选的，每次传输为在空间上的至少一条传输通道中传输数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输数据包。

可选的，不能够进行重传的方式为初始传输在空间上的至少一条传输通道中传输数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输数据包。

在图 4 中，总线架构（用总线 400 来代表），总线 400 可以包括任意数量的互联的总线和桥，总线 400 将包括由处理器 401 代表的一个或多个处理器和存储器 404 代表的存储器的各种电路链接在一起。总线 400 还可以将诸如外围设备、稳压器和功率管理电路等之类的各种其他电路链接在一起，这些都是本领域所公知的，因此，本文不再对其进行进一步描述。总线接口 403 在总线 400 和收发机 402 之间提供接口。收发机 402 可以是一个元件，也可以是多个元件，比如多个接收器和发送器，提供用于在传输介质上与各种其他装置通信的单元。经处理器 401 处理的数据通过天线 405 在无线介质上进行传输，进一步，天线 405 还接收数据并将数据传送给处理器 401。

处理器 401 负责管理总线 400 和通常的处理，还可以提供各种功能，包括定时，外围接口，电压调节、电源管理以及其他控制功能。而存储器 404 可以被用于存储处理器 401 在执行操作时所使用的数据。

可选的，处理器 401 可以是中央处理器（CPU）、专用集成电路（Application Specific Integrated Circuit，ASIC）、现场可编程门阵列（Field－Programmable Gate Array，FPGA）或复杂可编程逻辑器件（Complex Programmable Logic Device，CPLD）。

如图 5 所示，本申请实施例的第二种发送设备包括：

处理器 501，用于读取存储器 504 中的程序，执行下列过程：

针对业务的每个数据包，确定数据包的时间戳信息；通过收发机 502 将时间戳信息通知给调度设备，以使调度设备根据数据包的时间戳信息，确定数据包的空口时延预算值，

根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式；其中空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延；根据调度设备确定的传输方式通过收发机 502 传输数据包。

收发机 502，用于在处理器 501 的控制下接收和发送数据。

可选的，数据包的空口时延预算值是调度设备根据数据包的等待时延值、时延估计值和业务的业务参数中的端到端时延要求值确定的；

其中，若上行传输，时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；若下行传输，时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

可选的，处理器 501 还用于：

周期向调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使调度设备根据时延偏差信息调整时延估计值；或

在实际时延门限值大于设定门限值后，向调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使调度设备根据时延偏差信息调整时延估计值；

其中，时延偏差信息表示时延估计值与实际网络传输时延之间的偏差。

在图 5 中，总线架构（用总线 500 来代表），总线 500 可以包括任意数量的互联的总线和桥，总线 500 将包括由处理器 501 代表的一个或多个处理器和存储器 504 代表的存储器的各种电路链接在一起。总线 500 还可以将诸如外围设备、稳压器和功率管理电路等之类的各种其他电路链接在一起，这些都是本领域所公知的，因此，本文不再对其进行进一步描述。总线接口 503 在总线 500 和收发机 502 之间提供接口。收发机 502 可以是一个元件，也可以是多个元件，比如多个接收器和发送器，提供用于在传输介质上与各种其他装置通信的单元。经处理器 501 处理的数据通过天线 505 在无线介质上进行传输，进一步，天线 505 还接收数据并将数据传送给处理器 501。

处理器 501 负责管理总线 500 和通常的处理，还可以提供各种功能，包括定时，外围接口，电压调节、电源管理以及其他控制功能。而存储器 504 可以被用于存储处理器 501 在执行操作时所使用的数据。

可选的，处理器 501 可以是 CPU、ASIC、FPGA 或 CPLD。

在实施中，本申请实施例的调度设备可以嵌入到发送设备或接收设备中。

如果是上行传输或终端间传输，本申请实施例的发送设备为终端；如果是下行传输，本申请实施例的发送设备为接入点。

基于同一发明构思，本申请实施例中还提供了一种进行调度的方法，由于该方法对应的设备是本申请实施例进行调度的系统中的设备，并且该方法解决问题的原理与该系统相似，因此该方法的实施可以参见系统的实施，重复之处不再赘述。

如图 6 所示，本申请实施例进行调度的方法包括：

步骤 601、针对执行的业务的每个数据包，调度设备根据该业务对应的业务参数，确定数据包的空口时延预算值，其中空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延;

步骤 602、调度设备根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式;

步骤 603、调度设备根据确定的传输方式，对发送设备和接收设备进行调度。

可选的，调度设备根据执行的业务对应的业务参数，确定数据包的空口时延预算值，包括:

调度设备根据数据包的等待时延值和业务参数中的端到端时延要求值，确定数据包的空口时延预算值。

可选的，调度设备根据数据包的等待时延值和业务参数中的端到端时延要求值，确定数据包的空口时延预算值，包括:

调度设备根据数据包的等待时延值、时延估计值和业务参数中的端到端时延要求值，确定数据包的空口时延预算值;

其中，针对上行传输，时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；针对下行传输，时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

可选的，调度设备确定数据包的空口时延预算值之前，还包括:

调度设备根据来自发送设备或接收设备的时延偏差信息或实际时延门限值，调整时延估计值。

可选的，调度设备根据下列方式确定数据包的等待时延值:

调度设备根据数据包的时间戳信息，确定数据包的等待时延值。

可选的，若数据包是业务的第一个数据包，数据包的时间戳信息是发送设备发送的;

若数据包不是业务的第一个数据包，数据包的时间戳信息是发送设备发送的，或数据包的时间戳信息是根据发送设备发送的第一个数据包的时间戳信息和收到第一个数据包的时间戳信息的时间确定的。

可选的，调度设备根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式，包括:

调度设备在空口时延预算值不小于设定阈值后，确定数据包的传输方式为能够进行重传的方式;

调度设备在空口时延预算值小于设定阈值后，确定数据包的传输方式为不能够进行重传的方式。

可选的，能够进行重传的方式为调度发送设备针对数据包进行首次传输，并在传输失败后进行重传。

可选的，每次传输为在空间上的至少一条传输通道中传输数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输数据包。

可选的，不能够进行重传的方式为初始传输在空间上的至少一条传输通道中传输数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输数据包。

如图 7 所示，本申请实施例进行调度的方法包括:

步骤 701、针对业务的每个数据包，发送设备确定数据包的时间戳信息;

步骤 702、发送设备将时间戳信息通知给调度设备，以使调度设备根据数据包的时间戳信息，确定数据包的空口时延预算值，根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式；其中空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延;

步骤 703、发送设备根据调度设备确定的传输方式传输数据包。

可选的，数据包的空口时延预算值是调度设备根据数据包的等待时延值、时延估计值和业务的业务参数中的端到端时延要求值确定的;

其中，针对上行传输，时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；针对下行传输，时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

可选的，发送设备根据调度设备确定的传输方式传输数据包之前，还包括:

发送设备周期向调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使调度设备根据时延偏差信息调整时延估计值；或

发送设备在实际时延门限值大于设定门限值后，向调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使调度设备根据时延偏差信息调整时延估计值;

其中，时延偏差信息表示时延估计值与实际网络传输时延之间的偏差。

下面列举几个例子对本申请的方案进行说明。

例一、上行传输调度方案。

如图 8 所示，本申请实施例上行传输的方法包括:

步骤 1：业务的建立过程中，调度设备保存针对该业务的半静态业务参数。

其中，半静态业务参数包括但不限于下列中的部分或全部:

端到端时延门限要求、上行数据从接入点到外部网络的时延估计、业务传输可靠性要求以及业务特性信息（周期性业务及其周期时间长度，突发性业务）。

调度设备可以在业务会话建立过程中，从终端，或接入点或核心网获得相应半静态业务参数。

可选的，调度设备还可以预先保存终端能力，并根据终端的能力确定传输方案。这里终端的能力主要指终端是否支持多路传输技术，包括多载波并行传输等。

步骤 2：数据包到达终端 MAC 层后，MAC 层为该数据包生成时间戳信息项。

其中，时间戳信息项中可携带绝对时间戳信息或相对时间戳信息。绝对时间戳信息可以基于例如世界协调时（UTC）。相对时间戳信息，可以是数据包到达时刻的系统的帧号

和子帧号信息或根据系统零号帧计算出的偏移值。

步骤 3：终端向调度设备发送上行调度请求，其中携带数据包时间戳信息。

步骤 4：调度设备根据端到端时延要求，确定空口时延预算值。

其中，空口时延预算值等于端到端时延门限值减去数据包的等待时延值，再减去接入点到外部网络的时延估计值。得到空口时延预算值后，结合传输可靠性要求（数据包按时到达率 99.9），调度设备计算空口最大可传输次数，并确定相应的传输方案。例如针对当前数据包的空口时延预算值为 5ms 情况下（假设当前空口的性能指标是，单路一次传输时延 4ms，可靠性达到 99%，一次重传时延 8ms，可靠性达到 99.9%）。基于上述空口性能指标参数，由于空口最多仅能允许一次传输，因此调度设备可以通过多路传输方式提高空口传输可靠性。如果针对当前数据包的空口时延预算为 12ms，则空口传输过程除一次初始传输外还能允许一次重传，并且一次重传后可靠性可以达到 99.9%，因此调度设备可以调度终端通过空口单路方式进行初始传输。此外，在空口传输时延预算值允许重传情况下，初始传输和重传可以采用不同的传输方案，例如初始传输采用可靠性达到 90%的单路传输方案，而在重传时采用可靠性达到 99.9%的多路传输方案，降低初始传的可靠性要求，可以大大提高无线资源的利用效率（空口一次传输可靠性提高一个数量级，通常意味着频谱效率的急剧下降）。

步骤 5：调度设备将初始传输（如果允许重传还包括重传）的调度信息发送给终端。

其中，调度信息包括初始传输（如果允许重传还包括重传）采用的传输模式（例如单路传输还是多路传输），传输参数（例如传输采用的 MCS 等级），以及无线资源分配（传输占用的无线资源在时域和频域的位置信息）信息。对于业务特征符合周期性特征业务，调度设备还可以根据数据包到达的时间戳信息和业务周期信息，为后续周期性到达的数据包配置预调度信息，一方面可以降低数据包等待时延，另一方面消除由于调度过程引入的时延。

步骤 6：调度设备将针对终端的调度信息发送给接入点。

步骤 7：终端根据调度信息指示进行上行数据传输。

例二、下行传输调度方案。

如图 9 所示，本申请实施例下行传输的方法包括：

步骤 1：业务的建立过程中，调度设备保存针对该业务的半静态业务参数。其中，半静态业务参数包括但不限于下列中的部分或全部：

端到端时延门限要求、下行数据从外部网络到接入点的时延估计、业务传输可靠性要求以及业务特性信息（周期性业务及其周期时间长度，突发性业务）。

调度设备可以在业务会话建立过程中，从终端，或接入点或核心网获得相应半静态业务参数。

可选的，调度设备还可以预先保存终端能力，并根据终端的能力确定传输方案。这里终端的能力主要指终端是否支持多路传输技术，包括多载波并行传输等。

步骤 2：数据包到达接入点后，接入点为该数据包生成时间戳信息项。

其中，时间戳信息项中可携带绝对时间戳信息或相对时间戳信息。绝对时间戳信息可以基于例如世界协调时（UTC）。相对时间戳信息，可以是数据包到达时刻的系统的帧号和子帧号信息或根据系统零号帧计算出的偏移值。

步骤 3：接入点向调度设备发送下行调度请求，其中携带数据包时间戳信息。

步骤 4：调度设备根据端到端时延要求，确定空口时延预算值。

其中，空口时延预算等于端到端时延减门限要求减去数据包等待时延（调度设备根据数据包时间戳信息和收到调度请求的时刻信息计算数据包等待时延），再减去外部网络到接入点的时延估计。得到空口时延预算值后，结合传输可靠性要求（数据包按时到达率 99.9），调度设备计算空口最大可传输次数，并确定相应的传输方案。例如针对当前数据包的空口时延预算值为 5ms 情况下（假设当前空口的性能指标是，单路一次传输时延 4ms，可靠性达到 99%，一次重传时延 8ms，可靠性达到 99.9%）。基于上述空口性能指标参数，由于空口最多仅能允许一次传输，因此调度设备可以通过多路传输方式提高空口传输可靠性。如果针对当前数据包的空口时延预算为 12ms，则空口传输过程除一次初始传输外还能允许一次重传，并且一次重传后可靠性可以达到 99.9%，因此调度设备可以调度终端通过空口单路方式进行初始传输。此外，在空口传输时延预算值允许重传情况下，初始传输和重传可以采用不同的传输方案，例如初始传输采用可靠性达到 90%的单路传输方案，而在重传时采用可靠性达到 99.9%的多路传输方案，降低初始传的可靠性要求，可以大大提高无线资源的利用效率（空口一次传输可靠性提高一个数量级，通常意味着频谱效率的急剧下降）。

步骤 5：调度设备将初始传输（如果允许重传还包括重传）的调度信息发送给终端。

其中，调度信息包括初始传输（如果允许重传还包括重传）采用的传输模式（例如单路传输还是多路传输），传输参数（例如传输采用的 MCS 等级），以及无线资源分配（传输占用的无线资源在时域和频域的位置信息）发送给终端。

步骤 6：调度设备将针对终端的调度信息发送给接入点。

对于业务特征符合周期性特征业务，调度设备还可以根据数据包到达的时间戳信息和业务周期信息，为后续周期性到达的数据包配置预调度信息，一方面可以降低数据包等待时延，另一方面消除由于调度过程引入的时延。

步骤 7：接入点根据调度信息指示进行下行数据传输。

例三、终端间直接传输调度方案。

如图 10 所示，本申请实施例终端之间传输的方法包括：

步骤 1：业务的建立过程中，调度设备保存针对该业务的半静态业务参数。其中，半静态业务参数包括但不限于下列中的部分或全部:

端到端时延门限要求，业务传输可靠性要求，以及业务特性信息（周期性业务及其周期时间长度，突发性业务）。

调度设备可以在业务会话建立过程中，从终端，或接入点或核心网获得相应半静态业务参数。此外调度设备还需要预先保存终端能力，以便确定传输方案。

步骤 2：数据包到达终端 MAC 层后，MAC 为该数据包生成时间戳信息项。其中时间戳信息项中可携带绝对时间戳信息或相对时间戳信息。绝对时间戳信息可以基于例如世界协调时（UTC）。相对时间戳信息，可以是数据包到达时刻的系统的帧号和子帧号信息或根据系统零号帧计算出的偏移值。

步骤 3：终端向调度设备发送 D2D 通信调度请求，其中携带数据包时间戳信息。

步骤 4：调度设备根据端到端时延要求，确定空口时延预算。

其中，空口时延预算值等于端到端时延门限要求减去数据包等待时延。得到空口时延预算值后，结合传输可靠性要求（数据包按时到达率 99.9），调度设备计算空口最大可传输次数，并确定相应的传输方案。例如针对当前数据包的空口时延预算值为 5ms 情况下（假设当前空口的性能指标是，单路一次传输时延 4ms，可靠性达到 99%，一次重传时延 8ms，可靠性达到 99.9%）。基于上述空口性能指标参数，由于空口最多仅能允许一次传输，因此调度设备可以通过多路传输方式提高空口传输可靠性。如果针对当前数据包的空口时延预算值为 12ms，则空口传输过程除一次初始传输外还能允许一次重传，并且一次重传后可靠性可以达到 99.9%，因此调度设备可以调度终端通过空口单路方式进行初始传输。此外，在空口传输时延预算值允许重传情况下，初始传输和重传可以采用不同的传输方案，例如初始传输采用可靠性达到 90%的单路传输方案，而在重传时采用可靠性达到 99.9%的多路传输方案，降低初始传的可靠性要求，可以大大提高无线资源的利用效率（空口一次传输可靠性提高一个数量级，通常意味着频谱效率的急剧下降）。

步骤 5：调度设备将初始传输（如果允许重传还包括重传）的调度信息发送给发送终端。

其中，调度信息包括初始传输（如果允许重传还包括重传）采用的传输模式（例如单路传输还是多路传输）、传输参数（例如传输采用的 MCS 等级），以及无线资源分配（传输占用的无线资源在时域和频域的位置信息）。对于业务特征符合周期性特征业务，调度设备还可以根据数据包到达的时间戳信息和业务周期信息，为后续周期性到达的数据包配置预调度信息，一方面可以降低数据包等待时延，另一方面消除由于调度过程引入的时延。

步骤 6：发送终端按照从调度设备收到的调度信息，在 D2D 链路是，发送调度指示并进行数据包传输。接收终端根据从发送终端手段的调度指示对数据包传输进行接收。

例四、终端辅助的接入点到外部网络的时延预算估计调整方案。

调度设备对数据包从接入点到外部网络的时延可能存在一定偏差，因此考虑调度设备可以根据终端上报的端到端时延统计信息计算接入点到外部网络的实际时延（这里认为接入点到外部网络的时延可能发生变化，例如终端本身的移动性或者实际通信对端的移动性会对这部分时延造成影响，但是由于造成这种影响的原因是由于通信双方的移动性导致的）。因此是一个相对慢变的过程，因此调度设备对接入点到外部网络时延估计的更新也是一个相对慢变的过程）。

如图 11 所示，本申请实施例对时延预算估值进行调整的方法包括:

步骤 1：业务开始后，调度设备根据业务类型或历史信息，为接入点到外部网络时延设定估计值。

例如调度设备可根据终端的会话信息，或数据包使用的 IP 地址信息判断当前终端在进行终端间直接通信，与本地网络通信还是与远程网络通信。

调度设备在生成针对当前终端的实际时延估计值时，可以参考之前接入过网络的其他终端的时延估计值。

步骤 2：终端根据实际数据到达情况计算实际数据到达时延门限。例如终端业务的按时到达率要求是 99.9%，则终端根据实际到达数据情况，计算 99.9%数据包到达的时延门限值。

步骤 3: 时延门限偏差值上报的触发机制同时支持事件触发型的上报和周期性上报。

事件触发性上报主要用于终端统计的实际时延门限一旦超过时延门限要求，终端可立即触犯时延门限偏差信息上报过程（例如终端的移动性或通信模式导致实际数据传输路径发生重大变化或者业务建立初期调度设备对接入点到外部网络的时延估计存在重大偏差的情况下）。周期性上报可以帮助调度设备收集对时延门限满足情况的信息收集功能的需要。终端可以实际时延门限值与时延门限要求值的偏差值，也可以直接上报终端测量到的实际时延门限值。

步骤 4：调度设备根据时延偏差值调整接入点到外部网络的时延估计。

例如，如果格局终端上报发现延迟误差是+1ms，则调度设备将原先接入点到外部网络的时延估计值减 1ms;

如果终端上报发现延迟误差是-1ms，则调度设备将原先接入点到外部网络的时延估计值+1ms 并在接入点到外部网络时延估计更新后，重新计算数据包空口传输时延预算。

从上述内容可以看出：本申请实施例针对业务的每个数据包，根据执行的业务对应的业务参数，确定数据包的空口时延预算值，根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式，并根据确定的传输方式，对发送设备和接收设备进行调度。由于本申请实施例以数据包为粒度确定传输方式，从而能够满足时延要求比较高的业务。

显然，本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样，倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求

1、一种进行调度的方法，其特征在于，该方法包括:

针对执行的业务的每个数据包，调度设备根据所述业务对应的业务参数，确定所述数据包的空口时延预算值，其中所述空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备媒体接入控制 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延;

所述调度设备根据所述数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式;

所述调度设备根据确定的传输方式，对所述发送设备和接收设备进行调度。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述调度设备根据所述业务对应的业务参数，确定所述数据包的空口时延预算值，包括:

所述调度设备根据所述数据包的等待时延值和所述业务参数中的端到端时延要求值，确定所述数据包的空口时延预算值。

3、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述调度设备根据所述数据包的等待时延值和所述业务参数中的端到端时延要求值，确定所述数据包的空口时延预算值，包括:

所述调度设备根据所述数据包的等待时延值、时延估计值和所述业务参数中的端到端时延要求值，确定所述数据包的空口时延预算值;

其中，针对上行传输，所述时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值;针对下行传输，所述时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

4、如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述调度设备确定所述数据包的空口时延预算值之前，还包括:

所述调度设备根据来自发送设备或接收设备的时延偏差信息或实际时延门限值，调整所述时延估计值。

5、如权利要求 2~4 任一所述的方法，其特征在于，所述调度设备根据下列方式确定所述数据包的等待时延值:

所述调度设备根据所述数据包的时间戳信息，确定所述数据包的等待时延值。

6、如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，若所述数据包是所述业务的第一个数据包，所述数据包的时间戳信息是发送设备发送的;

若所述数据包不是所述业务的第一个数据包，所述数据包的时间戳信息是发送设备发送的，或所述数据包的时间戳信息是根据发送设备发送的第一个数据包的时间戳信息和收到第一个数据包的时间戳信息的时间确定的。

7、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述调度设备根据所述数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式，包括:

所述调度设备在所述空口时延预算值不小于设定阈值后，确定所述数据包的传输方式

为能够进行重传的方式;

所述调度设备在所述空口时延预算值小于设定阈值后，确定所述数据包的传输方式为不能够进行重传的方式。

8、如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述能够进行重传的方式为调度发送设备针对所述数据包进行首次传输，并在传输失败后进行重传。

9、如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，每次传输为在空间上的至少一条传输通道中传输所述数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输所述数据包。

10、如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述不能够进行重传的方式为：初始传输时，在空间上的至少一条传输通道中传输所述数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输所述数据包。

11、一种进行调度的方法，其特征在于，该方法包括:

针对业务的每个数据包，发送设备确定所述数据包的时间戳信息;

所述发送设备将所述时间戳信息通知给调度设备，以使所述调度设备根据所述数据包的时间戳信息，确定所述数据包的空口时延预算值，根据所述数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式；其中所述空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延;

所述发送设备根据所述调度设备确定的传输方式传输所述数据包。

12、如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述数据包的空口时延预算值是所述调度设备根据所述数据包的等待时延值、时延估计值和所述业务的业务参数中的端到端时延要求值确定的;

其中，针对上行传输，所述时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；针对下行传输，所述时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

13、如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述发送设备根据所述调度设备确定的传输方式传输所述数据包之前，还包括:

所述发送设备周期向所述调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使所述调度设备根据所述时延偏差信息调整所述时延估计值；或

所述发送设备在实际时延门限值大于设定门限值后，向所述调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使所述调度设备根据所述时延偏差信息调整所述时延估计值;

其中，所述时延偏差信息表示时延估计值与实际网络传输时延之间的偏差。

14、一种进行调度的调度设备，其特征在于，该调度设备包括:

第一确定模块，用于针对执行的业务的每个数据包，根据所述业务对应的业务参数，确定所述数据包的空口时延预算值，其中所述空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延;

第二确定模块，用于根据所述数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式；

调度模块，用于根据确定的传输方式，对所述发送设备和接收设备进行调度。

15、如权利要求 14 所述的调度设备，其特征在于，所述第一确定模块具体用于：

根据所述数据包的等待时延值和所述业务参数中的端到端时延要求值，确定所述数据包的空口时延预算值。

16、如权利要求 15 所述的调度设备，其特征在于，所述第一确定模块具体用于：

根据所述数据包的等待时延值、时延估计值和所述业务参数中的端到端时延要求值，确定所述数据包的空口时延预算值；

其中，针对上行传输，所述时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；针对下行传输，所述时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

17、如权利要求 16 所述的调度设备，其特征在于，所述第一确定模块还用于：

根据来自发送设备或接收设备的时延偏差信息或实际时延门限值，调整所述时延估计值。

18、如权利要求 15~17 任一所述的调度设备，其特征在于，所述第一确定模块具体用于，根据下列方式确定所述数据包的等待时延值：

根据所述数据包的时间戳信息，确定所述数据包的等待时延值。

19、如权利要求 18 所述的调度设备，其特征在于，若所述数据包是所述业务的第一个数据包，所述数据包的时间戳信息是发送设备发送的；

若所述数据包不是所述业务的第一个数据包，所述数据包的时间戳信息是发送设备发送的，或所述数据包的时间戳信息是根据发送设备发送的第一个数据包的时间戳信息和收到第一个数据包的时间戳信息的时间确定的。

20、如权利要求 14 所述的调度设备，其特征在于，所述第二确定模块具体用于：

在所述空口时延预算值不小于设定阈值后，确定所述数据包的传输方式为能够进行重传的方式；

在所述空口时延预算值小于设定阈值后，确定所述数据包的传输方式为不能够进行重传的方式。

21、如权利要求 20 所述的调度设备，其特征在于，所述能够进行重传的方式为调度发送设备针对所述数据包进行首次传输，并在传输失败后进行重传。

22、如权利要求 21 所述的调度设备，其特征在于，每次传输为在空间上的至少一条传输通道中传输所述数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输所述数据包。

23、如权利要求 20 所述的调度设备，其特征在于，所述不能够进行重传的方式为初始传输在空间上的至少一条传输通道中传输所述数据包；或在频域上的至少一条传输通道中传输所述数据包。

24、一种进行调度的发送设备，其特征在于，该发送设备包括:

第三确定模块，用于针对业务的每个数据包，确定所述数据包的时间戳信息;

通知模块，用于将所述时间戳信息通知给调度设备，以使所述调度设备根据所述数据包的时间戳信息，确定所述数据包的空口时延预算值，根据所述数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式；其中所述空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备MAC层到数据包从接收设备MAC层被提交到高层间的最大允许时延;

传输模块，用于根据所述调度设备确定的传输方式传输所述数据包。

25、如权利要求 24 所述的发送设备，其特征在于，所述数据包的空口时延预算值是所述调度设备根据所述数据包的等待时延值、时延估计值和所述业务的业务参数中的端到端时延要求值确定的;

其中，针对上行传输，所述时延估计值为接收设备到外部网络的时延估计值；针对下行传输，所述时延估计值为外部网络到发送设备的时延估计值。

26、如权利要求 25 所述的发送设备，其特征在于，所述第三确定模块还用于:

周期向所述调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使所述调度设备根据所述时延偏差信息调整所述时延估计值；或

在实际时延门限值大于设定门限值后，向所述调度设备发送时延偏差信息或实际时延门限值，以使所述调度设备根据所述时延偏差信息调整所述时延估计值;

其中，所述时延偏差信息表示时延估计值与实际网络传输时延之间的偏差。

27、一种进行调度的调度设备，其特征在于，该调度设备包括:

处理器，用于读取存储器中的程序，执行下列过程:

针对执行的业务的每个数据包，根据所述业务对应的业务参数，确定数据包的空口时延预算值，其中空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延；根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式；根据确定的传输方式，通过收发机对发送设备和接收设备进行调度;

收发机，用于在处理器的控制下接收和发送数据。

28、一种进行调度的发送设备，其特征在于，该发送设备包括:

处理器，用于读取存储器中的程序，执行下列过程:

针对业务的每个数据包，确定数据包的时间戳信息；通过收发机将时间戳信息通知给调度设备，以使调度设备根据数据包的时间戳信息，确定数据包的空口时延预算值，根据数据包的空口时延预算值，确定数据包的传输方式；其中空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备 MAC 层到数据包从接收设备 MAC 层被提交到高层间的最大允许时延；根据调度设备确定的传输方式通过收发机传输数据包;

收发机，用于在处理器的控制下接收和发送数据。

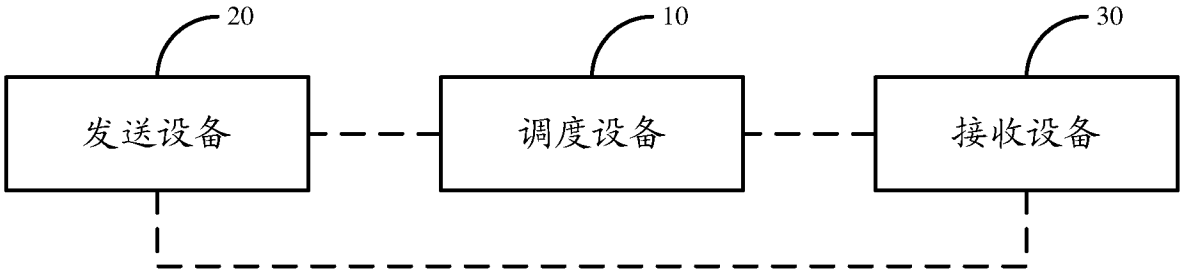

20
10
30
发送设备
调度设备
接收设备

图 1

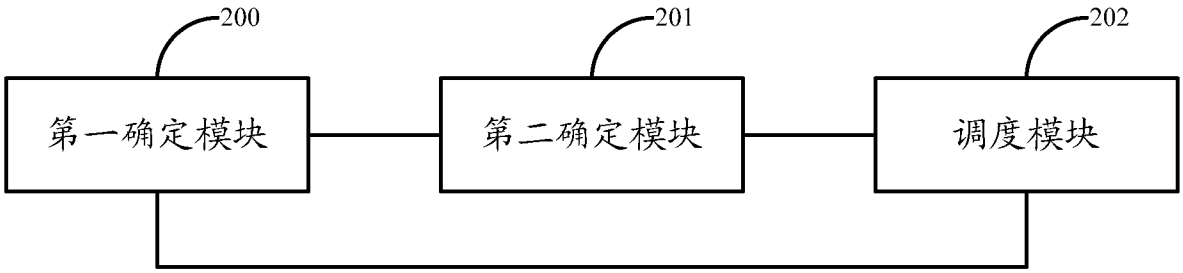

200
201
202
第一确定模块
第二确定模块
调度模块

图 2

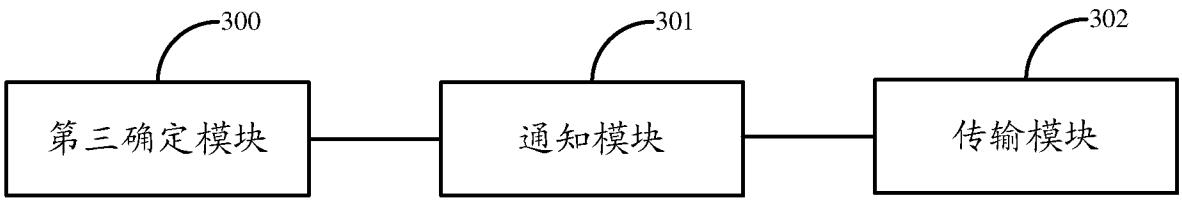

300
301
302
第三确定模块
通知模块
传输模块

图 3

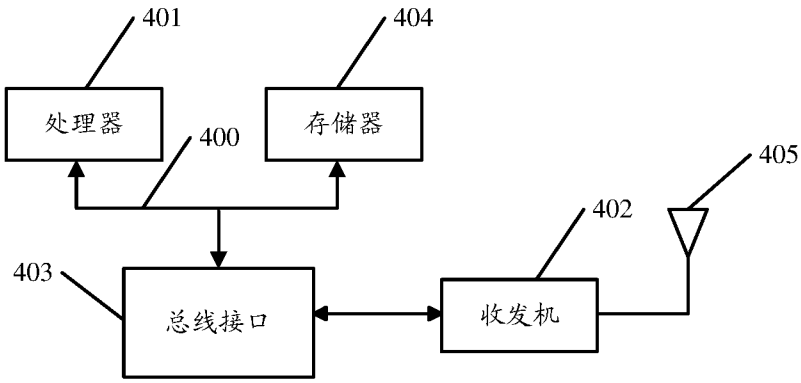

401
404
处理器
存储器
400
405
402
403
总线接口
收发机

图 4

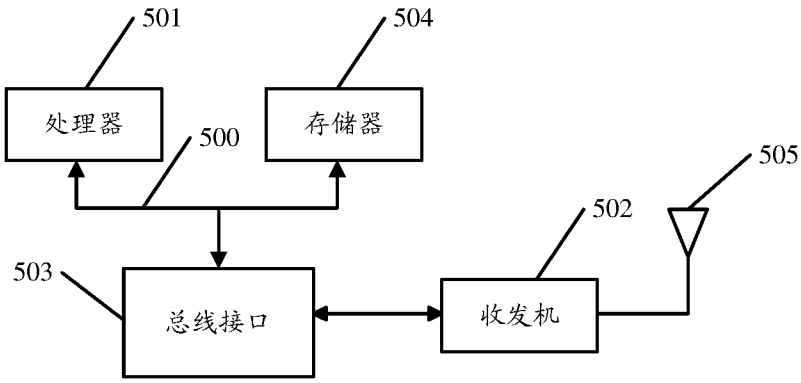

501
504
处理器
存储器
500
505
502
503
总线接口
收发机

图 5

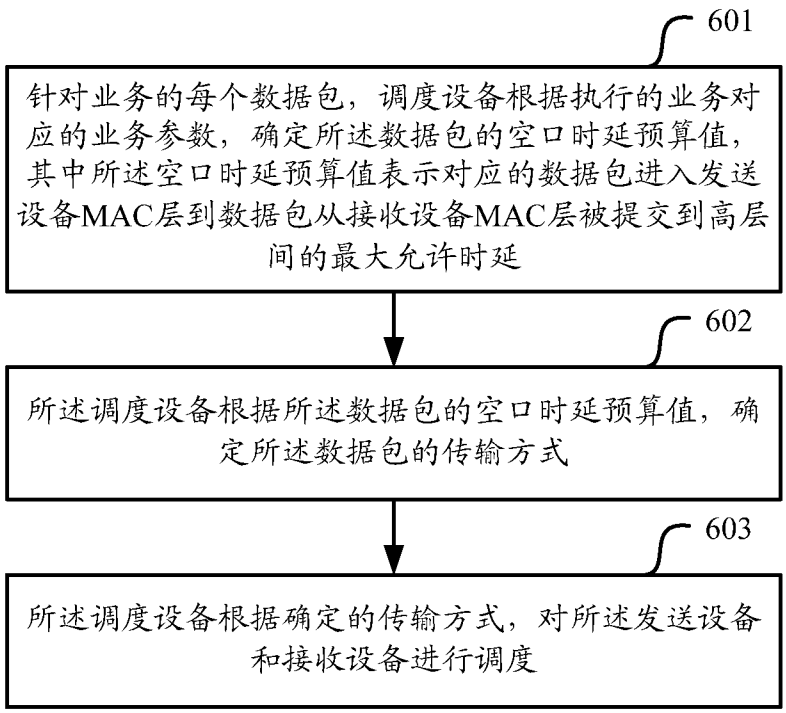

601
针对业务的每个数据包，调度设备根据执行的业务对应的业务参数，确定所述数据包的空口时延预算值，其中所述空口时延预算值表示对应的数据包进入发送设备MAC层到数据包从接收设备MAC层被提交到高层间的最大允许时延
602
所述调度设备根据所述数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式
603
所述调度设备根据确定的传输方式，对所述发送设备和接收设备进行调度

图 6

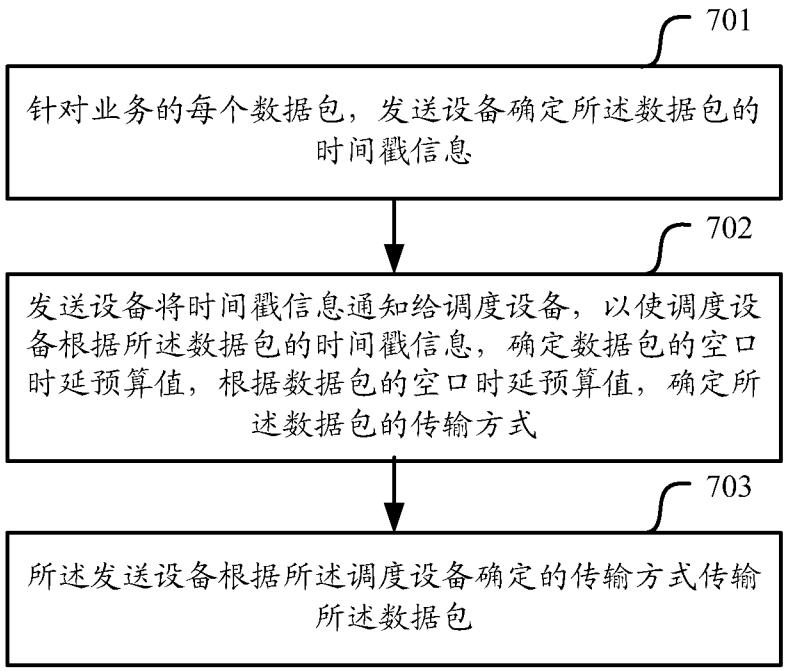

701
针对业务的每个数据包，发送设备确定所述数据包的时间戳信息
702
发送设备将时间戳信息通知给调度设备，以使调度设备根据所述数据包的时间戳信息，确定数据包的空口时延预算值，根据数据包的空口时延预算值，确定所述数据包的传输方式
703
所述发送设备根据所述调度设备确定的传输方式传输所述数据包

图 7

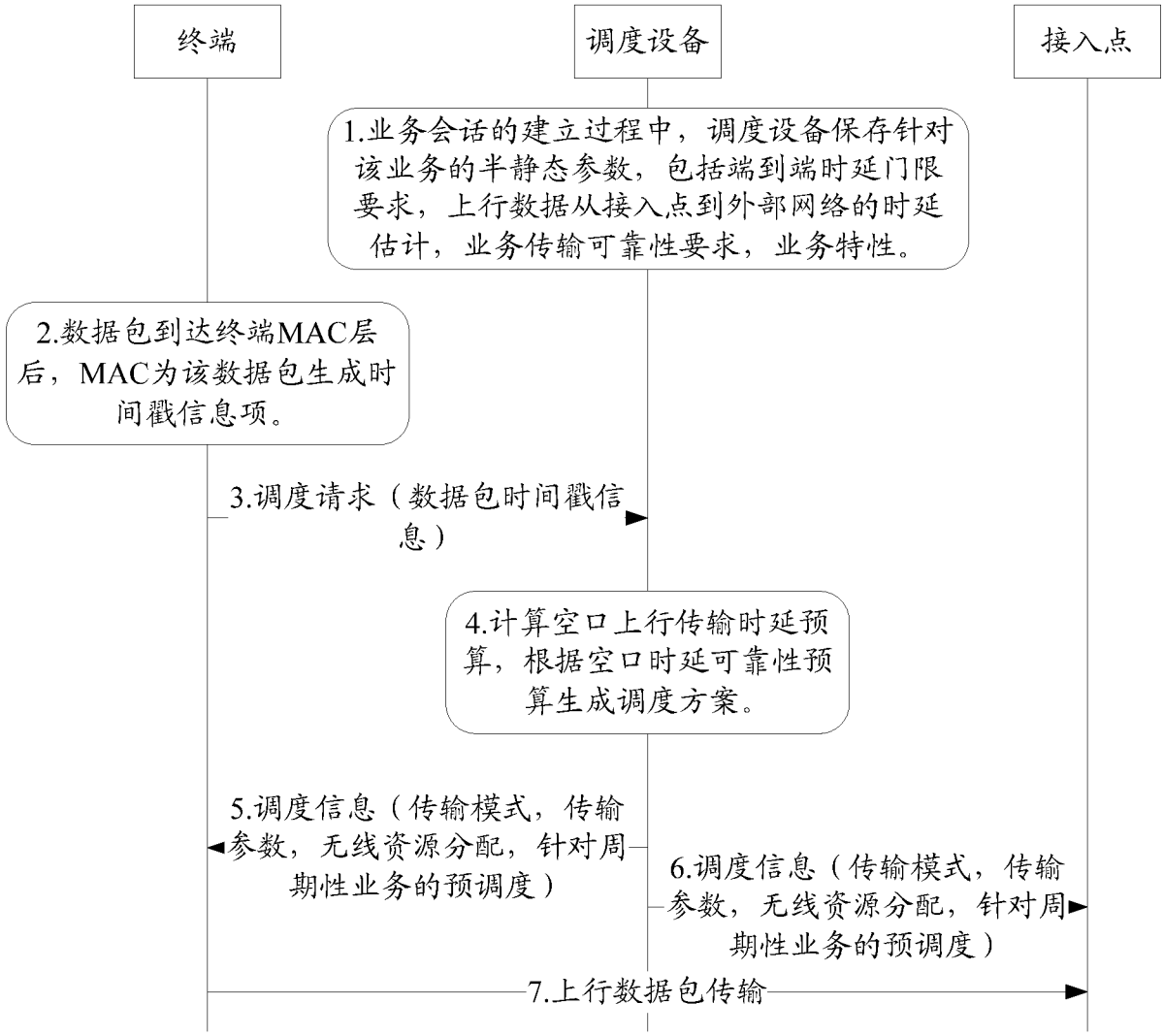

终端
调度设备
接入点
1.业务会话的建立过程中，调度设备保存针对该业务的半静态参数，包括端到端时延门限要求，上行数据从接入点到外部网络的时延估计，业务传输可靠性要求，业务特性。
2.数据包到达终端MAC层后，MAC为该数据包生成时间戳信息项。
3.调度请求（数据包时间戳信息）
4.计算空口上行传输时延预算，根据空口时延可靠性预算生成调度方案。
5.调度信息（传输模式，传输参数，无线资源分配，针对周期性业务的预调度）
6.调度信息（传输模式，传输参数，无线资源分配，针对周期性业务的预调度）
7.上行数据包传输

图 8

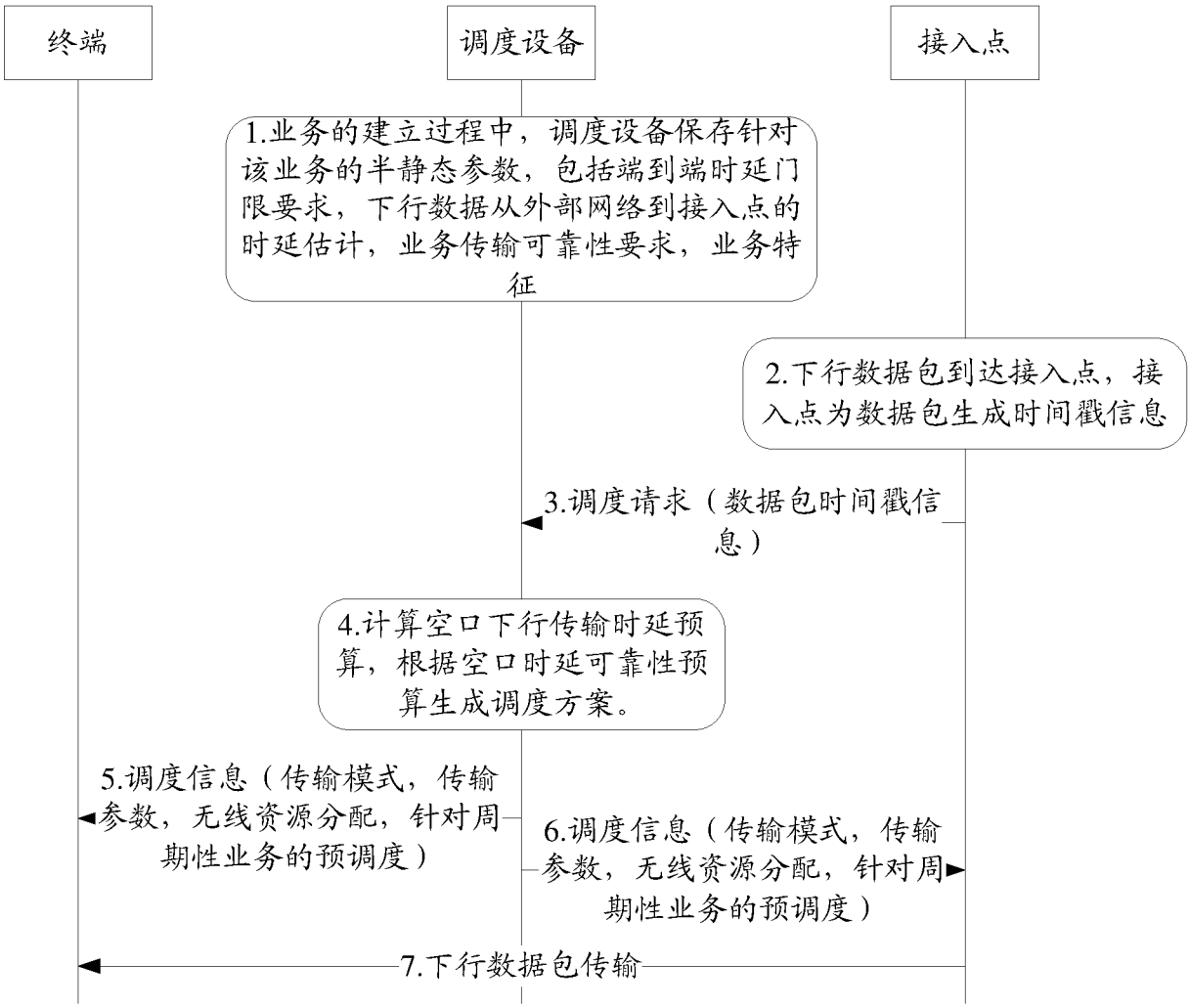

终端
调度设备
接入点
1.业务的建立过程中，调度设备保存针对该业务的半静态参数，包括端到端时延门限要求，下行数据从外部网络到接入点的时延估计，业务传输可靠性要求，业务特征
2.下行数据包到达接入点，接入点为数据包生成时间戳信息
3.调度请求（数据包时间戳信息）
4.计算空口下行传输时延预算，根据空口时延可靠性预算生成调度方案。
5.调度信息（传输模式，传输参数，无线资源分配，针对周期性业务的预调度）
6.调度信息（传输模式，传输参数，无线资源分配，针对周期性业务的预调度）
7.下行数据包传输

图 9

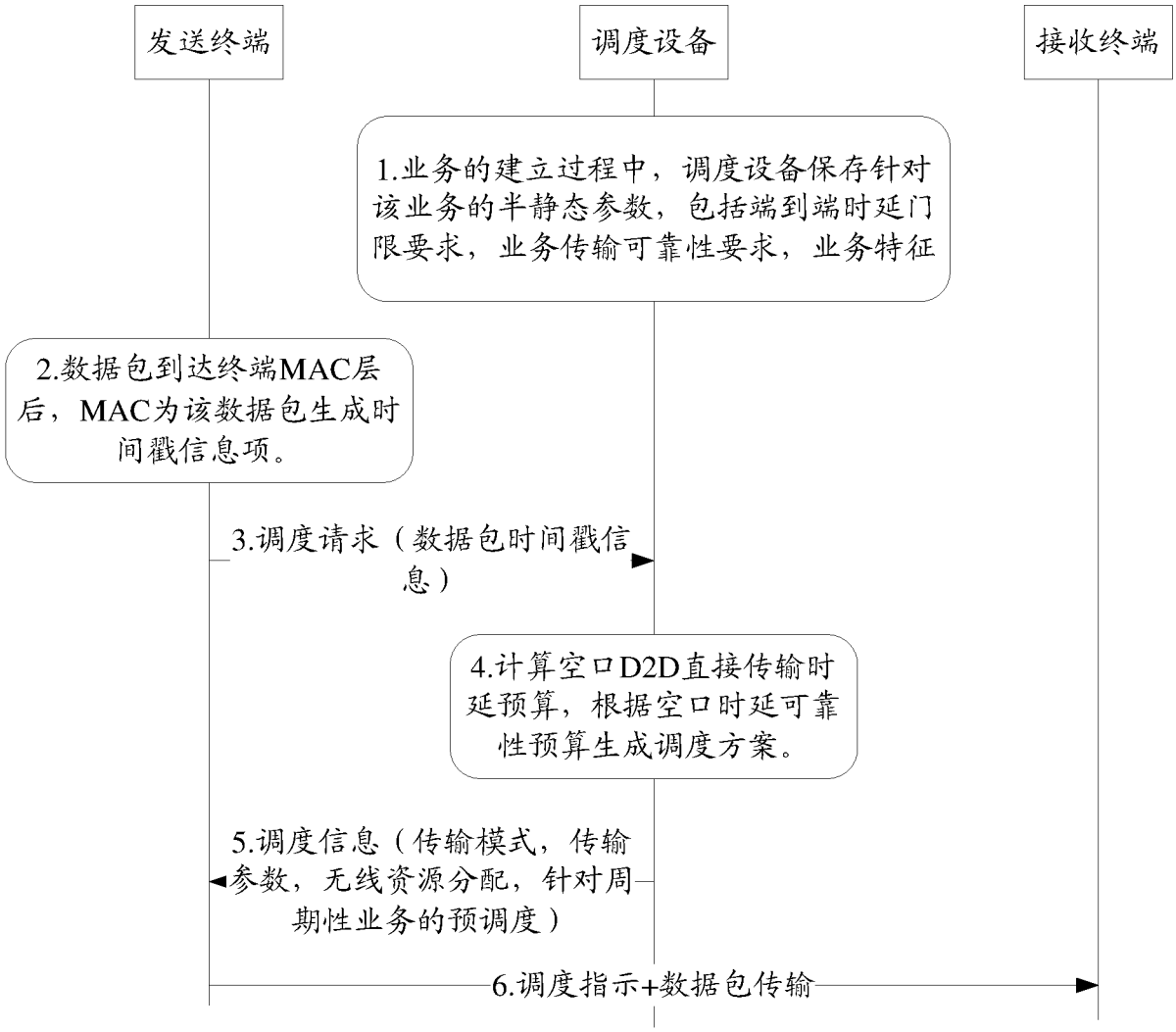

发送终端
调度设备
接收终端
1.业务的建立过程中，调度设备保存针对该业务的半静态参数，包括端到端时延门限要求，业务传输可靠性要求，业务特征
2.数据包到达终端MAC层后，MAC为该数据包生成时间戳信息项。
3.调度请求（数据包时间戳信息）
4.计算空口D2D直接传输时延预算，根据空口时延可靠性预算生成调度方案。
5.调度信息（传输模式，传输参数，无线资源分配，针对周期性业务的预调度）
6.调度指示+数据包传输

图 10

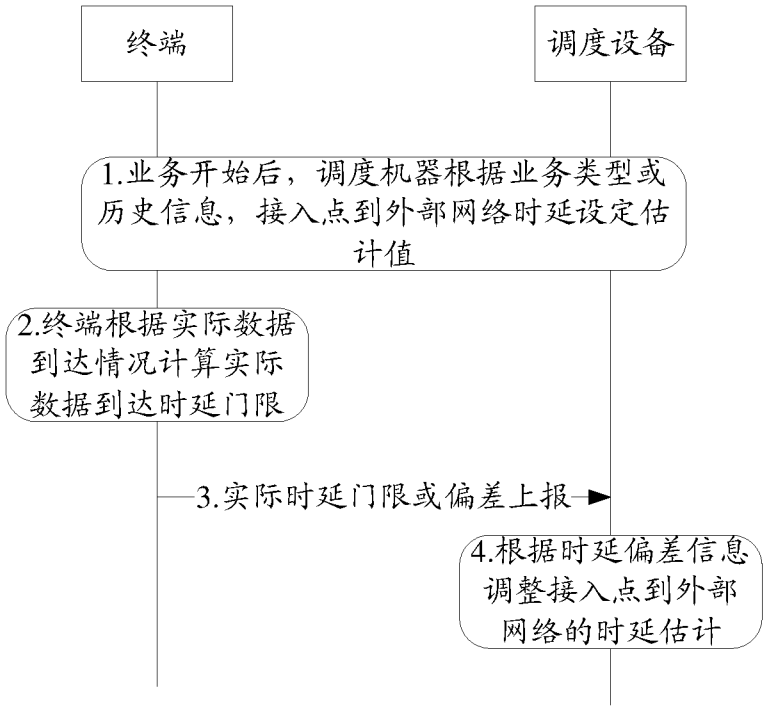

终端
调度设备
1.业务开始后，调度机器根据业务类型或历史信息，接入点到外部网络时延设定估计值
2.终端根据实际数据到达情况计算实际数据到达时延门限
3.实际时延门限或偏差上报
4.根据时延偏差信息调整接入点到外部网络的时延估计

图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/079058

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 72/12 (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)

H04Q, H04W

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)

CPRSABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT: air interface, tolerance, estimation, MCS, air, radio, wireless, delay, latency, threshold, budget, maximum, maximize, allowed, allowable, determine, set, schedule, choose, mode, retransmit

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2011075579 A1 (SEYMOUR, J.P. et al.), 31 March 2011 (31.03.2011), description, paragraphs [0006], [0007] and [0014]-[0032]	1, 7-10, 14, 20-23, 27
Y	CN 102548011 A (CHINA MOBILE COMMUNICATIONS CORPORATION), 04 July 2012 (04.07.2012), description, paragraphs [0072]-[0082]	1, 7-10, 14, 20-23, 27
A	US 2011274053 A1 (QUALCOMM INC.), 10 November 2011 (10.11.2011), the whole document	1-28
A	US 2007189262 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.), 16 August 2007 (16.08.2007), the whole document	1-28
A	WO 2011111973 A2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.), 15 September 2011 (15.09.2011), the whole 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

"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
22 June 2016 (22.06.2016)	**30 June 2016 (30.06.2016)**
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer **CHEN, Hao** Telephone No.: (86-10) **62089471**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/079058

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2011075579 A1	31 March 2011	None	
CN 102548011 A	04 July 2012	CN 102548011 B	10 December 2014
US 2011274053 A1	10 November 2011	WO 2011140514 A1	10 November 2011
		US 8780740 B2	15 July 2014
US 2007189262 A1	16 August 2007	US 7729247 B2	01 June 2010
		KR 20070075693 A	24 July 2007
		KR 100881925 B1	04 February 2009
WO 2011111973 A2	15 September 2011	WO 2011111973 A3	12 January 2012
		KR 20110101403 A	16 September 2011
		US 2012327803 A1	27 December 2012

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2016/079058

A. 主题的分类

H04W 72/12(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)

H04Q，H04W

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））

CPRSABS;CNTXT;CNKI;VEN;USTXT:空口，空中，时延，延迟，容限，预算，估算，最大，允许，确定，设定，设置，调度，选择，方式，模式，重传，MCS，air,radio,wireless,delay,latency,threshold,budget,maximum,maximize,allowed,allowable, determine,set,schedule,choose,mode,retransmit

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	US 2011075579 A1 (SEYMOUR JAMES PAUL等) 2011年 3月 31日 (2011-03-31) 说明书[0006]-[0007]段、[0014]-[0032]段	1，7-10，14，20-23，27
Y	CN 102548011 A (中国移动通信集团公司) 2012年 7月 4日 (2012-07-04) 说明书[0072]-[0082]段	1，7-10，14，20-23，27
A	US 2011274053 A1 (高通股份有限公司) 2011年 11月 10日 (2011-11-10) 全文	1-28
A	US 2007189262 A1 (三星电子株式会社) 2007年 8月 16日 (2007-08-16) 全文	1-28
A	WO 2011111973 A2 (三星电子株式会社) 2011年 9月 15日 (2011-09-15) 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

“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
2016年 6月 22日	2016年 6月 30日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 陈皓 电话号码 (86-10)62089471

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2016/079058

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)
US	2011075579	A1	2011年 3月 31日	无			
CN	102548011	A	2012年 7月 4日	CN	102548011	B	2014年 12月 10日
US	2011274053	A1	2011年 11月 10日	WO	2011140514	A1	2011年 11月 10日
				US	8780740	B2	2014年 7月 15日
US	2007189262	A1	2007年 8月 16日	US	7729247	B2	2010年 6月 1日
				KR	20070075693	A	2007年 7月 24日
				KR	100881925	B1	2009年 2月 4日
WO	2011111973	A2	2011年 9月 15日	WO	2011111973	A3	2012年 1月 12日
				KR	20110101403	A	2011年 9月 16日
				US	2012327803	A1	2012年 12月 27日