

网络拥塞控制方法、装置、芯片、电子设备及存储介质

本申请要求在 2023 年 5 月 8 日提交中国专利局、申请号为 202310514423.4 的中国专利申请的优先权，该申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及计算机技术领域，例如涉及一种网络拥塞控制方法、装置、芯片、电子设备及存储介质。

背景技术

相关技术中，网络拥塞控制方法通常以 RTT（Round Trip Time，往返时间）作为拥塞信号来判断网络的拥塞状态，进而调整发送端向接收端发送报文的速率，以对网络拥塞进行控制。RTT 是指一个报文的往返时间，即发送请求报文的时刻与接收响应报文的时刻的差值。

然而，目前以 RTT 作为拥塞信号的网络拥塞控制方法，一方面，没有区分报文的网络传输时长和报文在接收端的处理时长，容易受到接收端的处理时长的抖动的影响，出现网络拥塞状态的判断失真；另一方面，仅依靠单个 RTT 信号来判断网络拥塞状态，虽然仅能判断拥塞是否存在，但是不能判断拥塞程度，也会出现网络拥塞状态的判断失真，从而导致无法合理的对请求报文的发送速率进行调整，使得网络拥塞控制效果较差。

发明内容

本申请提供了一种网络拥塞控制方法、装置、芯片、电子设备及存储介质，以实现更加准确的确定网络拥塞状态，进而更加合理的调整请求报文的发送速率，从而有效控制网络拥塞。

根据本申请的第一方面，提供了一种网络拥塞控制方法，应用于发送端，该方法包括：

向接收端发送第一请求报文，其中，所述第一请求报文中携带第一时间戳，所述第一时间戳用于表征所述发送端发送所述第一请求报文的时间；

接收所述接收端发送的与所述第一请求报文对应的第一响应报文，并记录第二时间戳，其中，所述第一响应报文中携带第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳，所述第二时间戳用于表征所述发送端接收所述第一响应报文的时间，所述第三时间戳用于表征接收端接收所述第一请求报文的时间，所述第四时间戳用于表征所述接收端发送所述第一响应报文的时间；

基于所述第一时间戳、所述第二时间戳、所述第三时间戳和所述第四时间戳，确定所述第一请求报文的第一网络传输时长；

获取第二网络传输时长和参考网络传输时长，其中，所述第二网络传输时长是当前第一请求报文的上一第一请求报文的网络传输时长，所述参考传输时长是所述第一请求报文所属数据流的请求报文的历史最小网络传输时长；

基于所述第一网络传输时长分别与所述第二网络传输时长和所述参考网络传输时长的比较关系，确定传输所述第一请求报文的网络状态；

基于所述网络状态，调整所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率。

根据本申请的第二方面，提供了一种网络拥塞控制方法，应用于接收端，该方法包括：

接收发送端发送的第一请求报文，其中，所述第一请求报文中携带第一时间戳，所述第一时间戳用于表征所述发送端发送所述第一请求报文的时间；

向发送端发送与所述第一请求报文对应的第一响应报文，其中，所述第一响应报文中携带第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳，所述第三时间戳用于表征接收端接收所述第一请求报文的时间，所述第四时间戳用于表征所述接收端发送所述第一响应报文的时间。

根据本申请的第三方面，提供了一种网络拥塞控制装置，配置于发送端，该装置包括：第一报文发送模块、第一报文接收模块、时长确定模块、时长获取模块、网络状态确定模块和速率调整模块。其中，

第一报文发送模块，设置为向接收端发送第一请求报文，其中，所述第一请求报文中携带第一时间戳，所述第一时间戳用于表征所述发送端发送所述第一请求报文的时间；

第一报文接收模块，设置为接收所述接收端发送的与所述第一请求报文对应的第一响应报文，并记录第二时间戳，其中，所述第一响应报文中携带第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳，所述第二时间戳用于表征所述发送端接收所述第一响应报文的时间，所述第三时间戳用于表征接收端接收所述第一请求报文的时间，所述第四时间戳用于表征所述接收端发送所述第一响应报文的时间；

时长确定模块，设置为基于所述第一时间戳、所述第二时间戳、所述第三时间戳和所述第四时间戳，确定所述第一请求报文的第一网络传输时长；

时长获取模块，设置为获取第二网络传输时长和参考网络传输时长，其中，所述第二网络传输时长是当前第一请求报文的上一第一请求报文的网络传输时长，所述参考传输时长是所述第一请求报文所属数据流的请求报文的历史最小网络传输时长；

网络状态确定模块，设置为基于所述第一网络传输时长分别与所述第二网络传输时长和所述参考网络传输时长的比较关系，确定传输所述第一请求报文的网络状态；

速率调整模块，设置为基于所述网络状态，调整所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率。

根据本申请的第四方面，提供了一种网络拥塞控制装置，配置于接收端，该装置包括：第二报文接收模块和第二报文发送模块。其中，

第二报文接收模块，设置为接收发送端发送的第一请求报文，其中，所述第一请求报文中携带第一时间戳，所述第一时间戳用于表征所述发送端发送所述第一请求报文的时间；

第二报文发送模块，设置为向发送端发送与所述第一请求报文对应的第一响应报文，其中，所述第一响应报文中携带第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳，所述第三时间戳用于表征接收端接收所述第一请求报文的时间，所述第四时间戳用于表征所述接收端发送所述第

一响应报文的时间。

根据本申请的第五方面，提供了一种芯片，包括：

处理器，设置为执行存储在存储器上的计算机程序指令，其中，当所述计算机程序指令被所述处理器执行时，触发所述芯片执行本申请第一方面提供的或者第二方面提供的所述网络拥塞控制方法。

根据本申请的第六方面，提供了一种电子设备，所述电子设备包括本申请第五方面所提供的芯片，和存储器；

所述存储器用于存储计算机程序指令；

当所述计算机程序指令被所述芯片中的处理器执行，使得所述处理器实现本申请第一方面提供的或者第二方面提供的所述网络拥塞控制方法。

根据本申请的第七方面，提供了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指令，所述计算机程序指令用于使处理器执行时实现本申请第一方面提供的或者第二方面提供的所述网络拥塞控制方法。

附图说明

图1为本申请提供的一种网络拥塞控制方法的应用场景示意图；

图2为本申请一实施例提供的一种网络拥塞控制方法应用于发送端的流程示意图；

图3为本申请一实施例提供的一种网络拥塞控制方法应用于接收端的流程示意图；

图4为本申请一实施例提供的一种配置于发送端的网络拥塞控制装置的结构示意图；

图5为本申请一实施例提供的一种配置于接收端的网络拥塞控制装置的结构示意图。

具体实施方式

需要说明的是，本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本申请的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

可以理解的是，本技术方案所涉及的数据（包括但不限于数据本身、数据的获取或使用）应当遵循相应法律法规及相关规定的要求。

本申请提供的网络拥塞控制方法可以对发送端和接收端之间传输的报文进行拥塞控制。示例性的，所述网络拥塞控制方法的应用场景可以参见图1。图1是本申请提供的一种网络拥塞控制方法的应用场景示意图。

如图1所示，当发送端A和发送端B向接收端发送请求报文时，发送端A发出的请求报

文和发送端 B 发出的请求报文经过交换机到达接收端。基于发送端 A 的请求报文，接收端返回至发送端 A 的响应报文经过交换机返回至发送端 A。基于发送端 B 的请求报文，接收端返回至发送端 B 的响应报文经过交换机返回至发送端 B。若流入交换机的数据流的速率大于流出交换机的数据流的速率，则交换机内的缓存队列可能会出现报文堆积，从而使报文在交换机内发生拥塞。

需要说明的是，本申请中，报文包括请求报文和响应报文。基于业务请求，发送端向接收端发送的报文是请求报文，若干从发送端流向接收端的请求报文形成数据流。接收端基于所述请求报文返回至发送端的报文是响应报文，若干从接收端流向发送端的响应报文也形成数据流。

按照请求报文的流向来定义，发送端是源端，接收端是目的端。例如，发送端和接收端均可以是 NIC (Network Interface Card, 网络接口卡) 或者 DPU (Data Processing Unit, 数据处理芯片)，或者，可以是配置于 NIC 或者 DPU 中的软件或硬件模块，或者，可以是配置有 NIC 或 DPU 的电子设备，或者，可以是所述电子设备中的软件或硬件模块，其中，所述软件或硬件模块可以单独或者与其他软件或硬件模块结合实现至少一种业务功能。所述电子设备可以是计算机或者服务器等。

为了避免发送端和接收端之间传输的报文可能会发生网络拥塞的情况，本申请提供一种网络拥塞控制方法。所述网络拥塞控制方法应用于发送端和接收端。

对于应用于发送端的网络拥塞控制方法，请参考图 2，图 2 本申请一实施例提供的一种网络拥塞控制方法应用于发送端的流程示意图。如图 2 所示，所述网络拥塞控制方法可以包括如下步骤：

步骤 S210、向接收端发送第一请求报文，其中，所述第一请求报文中携带第一时间戳，所述第一时间戳用于表征所述发送端发送所述第一请求报文的时间。

一实施例中，当接收到业务请求时，发送端解析所述业务请求，然后基于所述业务请求向接收端发送请求报文。其中，所述业务请求可以是指示发送端向接收端发送数据的指令。所述业务请求至少包括接收端的五元组信息。

一实施例中，在向接收端发送第一请求报文时，发送端构建第一请求报文。在构建第一请求报文的过程中，发送端记录将要向接收端发送第一请求报文的时刻，并将所述时刻作为第一时间戳放在第一请求报文的报文头中。其中，所述第一请求报文是带 RTT (Round Trip Time, 往返时间) 请求的数据报文。所述第一请求报文包括 RTT 扩展报文头，所述第一请求报文的 RTT 扩展报文头中携带第一时间戳。

例如，本申请中，所述请求报文包括两种类型的请求报文。一种是第一请求报文，另一种是第二请求报文。对于第一请求报文，发送端在两种情形下向接收端发送第一请求报文。第一种情形：为了探测网络拥塞状态，发送端在首次发送请求报文时，向所述接收端发送所述第一请求报文。第二种情形：发送端在接收到第一请求报文的响应报文（即第一响应报文）时，向所述接收端发送所述第一请求报文。

对于第二请求报文，发送端除了向接收端发送第一请求报文之外，向接收端发送第二请求报文。以及，发送端在接收到第二请求报文的第二响应报文时，向所述接收端发送第二请求报文。其中，所述第二请求报文是普通数据报文，不携带所述第一时间戳。所述第二响应报文不携带所述第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳。

步骤 S220、接收所述接收端发送的与所述第一请求报文对应的第一响应报文，并记录第二时间戳，其中，所述第一响应报文中携带第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳。

在一实施例中，当接收到所述接收端返回的与所述第一请求报文对应的第一响应报文时，发送端记录接收到所述第一请求报文的时刻以作为第二时间戳。其中，第二时间戳可以用于表征所述发送端接收所述第一响应报文的时间。第一响应报文包括 RTT 报文头，所述第一响应报文在 RTT 报文头中携带第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳。第三时间戳可以用于表征接收端接收所述第一请求报文的时刻。第四时间戳可以用于表征所述接收端发送所述第一响应报文的时刻。

步骤 S230、基于所述第一时间戳、所述第二时间戳、所述第三时间戳和所述第四时间戳，确定所述第一请求报文的第一网络传输时长。

在一实施例中，所述第一请求报文的第一网络传输时长可以理解为发送端从发送出所述第一请求报文至接收到与所述第一请求报文对应的第一响应报文的时长，减去接收端从接收所述第一请求报文至发出与所述第一请求报文对应的第一响应报文的处理时长。

在一实施例的变更实施例中，发送端每次在确定出当前第一请求报文的第一网络传输时长后，于存储模块中存储所述当前第一请求报文的第一网络传输时长。

本申请通过计算确定所述第一请求报文的第一网络传输时长，可以区分第一请求报文的网络传输时长和第一请求报文在接收端的处理时长，从而避免受到第一请求报文在接收端的处理时长的抖动的影响，导致对网络拥塞状态的判断失真的情况。

步骤 S240、获取第二网络传输时长和参考网络传输时长。

在一实施例中，所述第二网络传输时长是当前第一请求报文的上一第一请求报文的第一网络传输时长。其中，发送端可以从存储模块获取当前第一请求报文的上一第一请求报文的第一网络传输时长。所述参考传输时长是所述第一请求报文的历史最小第一网络传输时长。其中，发送端可以从存储模块选取所述第一请求报文的历史最小第一网络传输时长。

步骤 S250、基于所述第一网络传输时长分别与所述第二网络传输时长和所述参考网络传输时长的比较关系，确定传输所述第一请求报文的网络状态。

在一实施例中，发送端在得到第一网络传输时长、第二网络传输时长以及参考网络传输时长后，可以将第一网络传输时长分别与第二网络传输时长和参考网络传输时长进行大小比较，从而可以得到第一网络传输时长与第二网络传输时长的第一比较结果，以及可以得到第一网络传输时长与参考网络传输时长的第二比较结果，进而可以基于第一比较结果和第二比较结果，确定传输所述第一请求报文的网络状态。

例如，所述基于所述第一网络传输时长分别与所述第二网络传输时长和所述参考网络传

传输时长的比较关系，确定传输所述第一请求报文的网络状态，至少可以包括下述几种情况：

情况一、在所述第一网络传输时长小于所述第二网络传输时长，并且大于所述参考网络传输时长的情况下，可以将所述网络状态确定为拥塞存在且拥塞趋于缓解。

情况二、在所述第一网络传输时长小于所述第二网络传输时长，并且等于或小于所述参考网络传输时长的情况下，可以将所述网络状态确定为拥塞可能存在且拥塞趋于缓解。

情况三、在所述第一网络传输时长等于所述第二网络传输时长，并且大于所述参考网络传输时长的情况下，可以将所述网络状态确定为拥塞存在且拥塞保持稳定。

情况四、在所述第一网络传输时长等于所述第二网络传输时长，并且等于所述参考网络传输时长的情况下，可以将所述网络状态确定为拥塞可能存在且拥塞保持稳定。

情况五、在所述第一网络传输时长大于所述第二网络传输时长，并且大于所述参考网络传输时长的情况下，可以将所述网络状态确定为拥塞存在且拥塞趋于严重。

需要说明的是，所述第一网络传输时长等于所述第二网络传输时长，并且小于所述参考网络传输时长是不存在的情况。所述第一网络传输时长大于所述第二网络传输时长，并且等于或小于所述参考网络传输时长也是不存在的情况。

本申请通过所述第一网络传输时长分别与所述第二网络传输时长和所述参考网络传输时长这两种衍生信号来进行二重判断网络状态，不仅能判断拥塞是否存在，还能判断拥塞程度以及拥塞趋势，对网络拥塞的判断更加准确。

步骤 S260、基于所述网络状态，调整所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率。

在一实施例的变更实施例中，所述基于所述网络状态，调整所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率，可以包括：获取所述第一请求报文的发送速率，基于所述网络状态和所述第一请求报文的发送速率，调整所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率。

基于所述网络状态和所述第一请求报文的发送速率，调整所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率至少可以包括下述几种情况：

情况一、在所述网络状态为拥塞存在且拥塞趋于缓解、拥塞可能存在且拥塞趋于缓解的情况下，可以将所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率保持为所述第一请求报文的发送速率。

情况二、在所述网络状态为拥塞存在且拥塞保持稳定、拥塞存在且拥塞趋于严重的情况下，可以降低所述第一请求报文的发送速率，以作为所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率。

情况三、在所述网络状态为拥塞可能存在且拥塞保持稳定的情况下，可以提升所述第一请求报文的发送速率，以作为所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率。

本申请提供的网络拥塞控制方法，通过记录第一时间戳、第二时间戳、第三时间戳及第四时间戳，并计算确定所述第一请求报文的所述第一网络传输时长，可以区分第一请求报文的网络传输时长和第一请求报文在接收端的处理时长，从而避免受到第一请求报文在接收端的处理时长的抖动的影响，导致对网络拥塞状态的判断失真的情况。以及，通过所述第一网络传

输时长分别与所述第二网络传输时长和所述参考网络传输时长这两种衍生信号来进行二重判断网络状态，不仅能判断拥塞是否存在，还能判断拥塞程度，对网络拥塞的判断更加准确。从而更加合理的调整第一请求报文的下一请求报文的发送速率，有效控制网络拥塞。

对于应用于接收端的网络拥塞控制方法，请参考图 3，图 3 本申请一实施例提供的一种网络拥塞控制方法应用于接收端的流程示意图。如图 3 所示，所述网络拥塞控制方法可以包括如下步骤：

S310、接收发送端发送的第一请求报文。其中，所述第一请求报文中携带第一时间戳。所述第一时间戳用于表征所述发送端发送所述第一请求报文的时间。

在一实施例中，当接收到第一请求报文时，接收端解析第一请求报文。接收端通过解析第一请求报文得到第一时间戳，以获知第一请求报文是带 RTT 请求的数据报文。在获知第一请求报文是带 RTT 请求的数据报文后，接收端记录接收到第一请求报文的时刻，并将所述时刻作为第三时间戳。

步骤 S320、向发送端发送与所述第一请求报文对应的第一响应报文。其中，所述第一响应报文中携带第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳。

在一实施例中，在向发送端发送第一响应报文时，接收端构建第一响应报文。在构建第一响应报文的过程中，接收端记录将要向发送端发送第一响应报文的时刻，并将所述时刻作为第四时间戳。以及，接收端将第一时间戳、第三时间戳及第四时间戳放在第一响应报文的报文头中。其中，所述第一响应报文是带 RTT 请求的响应报文，所述第一响应报文包括 RTT 扩展报文头，所述第一响应报文的 RTT 扩展报文头中携带第一时间戳、第三时间戳及第四时间戳。

在一实施例中，所述应用于接收端的网络拥塞控制方法还可以包括：接收发送端发送的第二请求报文，其中，所述第二请求报文不携带所述第一时间戳。向发送端发送与所述第二请求报文对应的第二响应报文，其中，所述第二响应报文中不携带第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳。

本申请提供的网络拥塞控制方法，通过记录第一时间戳、第二时间戳、第三时间戳及第四时间戳，并计算确定所述第一请求报文的第一网络传输时长，可以区分第一请求报文的网络传输时长和第一请求报文在接收端的处理时长，从而避免受到第一请求报文在接收端的处理时长的抖动的影响，导致对网络拥塞状态的判断失真的情况。以及，通过所述第一网络传输时长分别与所述第二网络传输时长和所述参考网络传输时长这两种衍生信号来进行二重判断网络状态，不仅能判断拥塞是否存在，还能判断拥塞程度，对网络拥塞的判断更加准确。从而更加合理的调整第一请求报文的下一请求报文的发送速率，有效控制网络拥塞。

本申请一实施例还提供一种配置于发送端的网络拥塞控制装置。请参见图 4，图 4 是本申请一实施例提供的一种配置于发送端的网络拥塞控制装置的结构示意图。如图 4 所示，所述装置包括：第一报文发送模块 410、第一报文接收模块 420、时长确定模块 430、时长获取模块 440、网络状态确定模块 450 和速率调整模块 460。其中，

第一报文发送模块 410, 设置为向接收端发送第一请求报文。其中, 所述第一请求报文中携带第一时间戳, 所述第一时间戳用于表征所述发送端发送所述第一请求报文的时间。

本申请中, 所述请求报文包括两种类型的请求报文。一种是第一请求报文, 另一种是第二请求报文。对于第一请求报文, 发送端在两种情形下向接收端发送第一请求报文。第一种情形: 为了探测网络拥塞状态, 发送端在首次发送请求报文时, 向所述接收端发送所述第一请求报文。第二种情形: 发送端在接收到第一请求报文的响应报文 (即第一响应报文) 时, 向所述接收端发送所述第一请求报文。

对于第二请求报文, 发送端除了向接收端发送第一请求报文之外, 向接收端发送第二请求报文。以及, 发送端在接收到第二请求报文的第二响应报文时, 向所述接收端发送第二请求报文。其中, 所述第二请求报文是普通数据报文, 不携带所述第一时间戳。所述第二响应报文不携带所述第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳。

第一报文接收模块 420, 设置为接收所述接收端发送的与所述第一请求报文对应的第一响应报文, 并记录第二时间戳。其中, 所述第一响应报文中携带第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳。所述第二时间戳用于表征所述发送端接收所述第一响应报文的时间。所述第三时间戳用于表征接收端接收所述第一请求报文的时间。所述第四时间戳用于表征所述接收端发送所述第一响应报文的时间。

本申请中, 第一响应报文包括 RTT 报文头, 所述第一响应报文在 RTT 报文头中携带第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳。

时长确定模块 430, 设置为基于所述第一时间戳、所述第二时间戳、所述第三时间戳和所述第四时间戳, 确定所述第一请求报文的第一网络传输时长。

本申请中, 所述第一请求报文的第一网络传输时长可以理解为发送端从发送出所述第一请求报文至接收到与所述第一请求报文对应的第一响应报文的时长, 减去接收端从接收所述第一请求报文至发出与所述第一请求报文对应的第一响应报文的处理时长。发送端每次在确定出当前第一请求报文的第一网络传输时长后, 于存储模块中存储所述当前第一请求报文的第一网络传输时长。

本申请通过计算确定所述第一请求报文的第一网络传输时长, 可以区分第一请求报文的网络传输时长和第一请求报文在接收端的处理时长, 从而避免受到第一请求报文在接收端的处理时长的抖动的影响, 导致对网络拥塞状态的判断失真的情况。

时长获取模块 440, 设置为获取第二网络传输时长和参考网络传输时长。其中, 所述第二网络传输时长是当前第一请求报文的上一第一请求报文的第一网络传输时长, 所述参考传输时长是所述第一请求报文的历史最小第一网络传输时长。

本申请中, 发送端可以从存储模块选取所述第一请求报文的历史最小第一网络传输时长。

网络状态确定模块 450, 设置为基于所述第一网络传输时长分别与所述第二网络传输时长和所述参考网络传输时长的比较关系, 确定传输所述第一请求报文的网络状态。

例如, 所述网络状态确定模块 450, 至少可以设置为确定下述几种情况:

情况一、在所述第一网络传输时长小于所述第二网络传输时长，并且大于所述参考网络传输时长的情况下，可以将所述网络状态确定为拥塞存在且拥塞趋于缓解。

情况二、在所述第一网络传输时长小于所述第二网络传输时长，并且等于或小于所述参考网络传输时长的情况下，可以将所述网络状态确定为拥塞可能存在且拥塞趋于缓解。

情况三、在所述第一网络传输时长等于所述第二网络传输时长，并且大于所述参考网络传输时长的情况下，可以将所述网络状态确定为拥塞存在且拥塞保持稳定。

情况四、在所述第一网络传输时长等于所述第二网络传输时长，并且等于所述参考网络传输时长的情况下，可以将所述网络状态确定为拥塞可能存在且拥塞保持稳定。

情况五、在所述第一网络传输时长大于所述第二网络传输时长，并且大于所述参考网络传输时长的情况下，可以将所述网络状态确定为拥塞存在且拥塞趋于严重。

本申请通过所述第一网络传输时长分别与所述第二网络传输时长和所述参考网络传输时长这两种衍生信号来进行二重判断网络状态，不仅能判断拥塞是否存在，还能判断拥塞程度，对网络拥塞的判断更加准确。

速率调整模块 460，设置为基于所述网络状态，调整所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率。

例如，所述速率调整模块 460 设置为获取所述第一请求报文的发送速率，基于所述网络状态和所述第一请求报文的发送速率，调整所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率。

例如，所述速率调整模块 460 至少可以设置为对下述几种情况的发送速率进行调整：

情况一、在所述网络状态为拥塞存在且拥塞趋于缓解、拥塞可能存在且拥塞趋于缓解的情况下，可以将所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率保持为所述第一请求报文的发送速率。

情况二、在所述网络状态为拥塞存在且拥塞保持稳定、拥塞存在且拥塞趋于严重的情况下，可以降低所述第一请求报文的发送速率，以作为所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率。

情况三、在所述网络状态为拥塞可能存在且拥塞保持稳定的情况下，可以提升所述第一请求报文的发送速率，以作为所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率。

本申请提供的配置于发送端的网络拥塞控制装置，通过记录第一时间戳、第二时间戳、第三时间戳及第四时间戳，并计算确定所述第一请求报文的第一网络传输时长，可以区分第一请求报文的网络传输时长和第一请求报文在接收端的处理时长，从而避免受到第一请求报文在接收端的处理时长的抖动的影响，导致对网络拥塞状态的判断失真的情况。以及，通过所述第一网络传输时长分别与所述第二网络传输时长和所述参考网络传输时长这两种衍生信号来进行二重判断网络状态，不仅能判断拥塞是否存在，还能判断拥塞程度，对网络拥塞的判断更加准确。从而更加合理的调整第一请求报文的下一请求报文的发送速率，有效控制网络拥塞。

需要说明的是，本申请实施例所提供的配置于发送端的网络拥塞控制装置可执行本申请

实施例所提供的网络拥塞控制方法，具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

本申请一实施例还提供一种配置于接收端的网络拥塞控制装置。请参见图 5，图 5 是本申请一实施例提供的一种配置于接收端的网络拥塞控制装置的结构示意图。如图 5 所示，所述装置包括：第二报文接收模块 510 和第二报文发送模块 520。其中，

第二报文接收模块 510，设置为接收发送端发送的第一请求报文。其中，所述第一请求报文中携带第一时间戳。所述第一时间戳用于表征所述发送端发送所述第一请求报文的时间。

本申请中，所述第一请求报文是带 RTT 请求的数据报文。所述第一请求报文包括 RTT 扩展报文头，所述第一请求报文的 RTT 扩展报文头中携带第一时间戳。

第二报文发送模块 520，设置为向发送端发送与所述第一请求报文对应的第一响应报文。其中，所述第一响应报文中携带第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳。所述第三时间戳用于表征接收端接收所述第一请求报文的时间。所述第四时间戳用于表征所述接收端发送所述第一响应报文的时间。

本申请中，所述第一响应报文是带 RTT 请求的响应报文，所述第一响应报文包括 RTT 扩展报文头，所述第一响应报文的 RTT 扩展报文头中携带第一时间戳、第三时间戳及第四时间戳。

在一实施例中，所述配置于接收端的网络拥塞控制装置还可以包括：第三报文接收模块和第三报文发送模块。其中，

第三报文接收模块设置为接收发送端发送的第二请求报文，其中，所述第二请求报文不携带所述第一时间戳。

第三报文发送模块设置为向发送端发送与所述第二请求报文对应的第二响应报文，其中，所述第二响应报文中不携带第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳。

本申请实施例的技术方案，接收端接收发送端发送的第一请求报文，其中，所述第一请求报文中携带第一时间戳。在接收到第一请求报文后，生成所述第一请求报文对应的第一响应报文，并向发送端发送与所述第一请求报文对应的第一响应报文，其中，所述第一响应报文中携带第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳。本申请实施例的技术方案中，接收端在第一响应报文中记录第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳，不仅可便于发送端可区分网络传播时延和数据处理时延，以避免数据处理时延对网络状态判断的影响，从而便于更加准确得到请求报文在网络传播中的时延，而且还可以达到接收端和发送端协同控制网络拥塞的技术效果。

需要说明的是，本申请实施例所提供的配置于接收端的网络拥塞控制装置可执行本申请实施例所提供的网络拥塞控制方法，具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

本申请还提供一种芯片。所述芯片包括处理器，其设置为执行存储在存储器上的计算机程序指令，其中，当所述计算机程序指令被所述处理器执行时，触发所述芯片执行本申请实施例所提供的网络拥塞控制方法。例如，所述芯片可以是 DPU 芯片。

本申请还提供一种电子设备。所述电子设备包括所述芯片，和存储器；所述存储器用于

存储计算机程序指令；当所述计算机程序指令被所述芯片中的处理器执行，使得所述处理器实现本申请实施例所提供的网络拥塞控制方法。

例如，电子设备旨在表示多种形式的数字计算机，诸如，膝上型计算机、台式计算机、工作台、个人数字助理、服务器、刀片式服务器、大型计算机、和其它适合的计算机。电子设备还可以表示多种形式的移动装置，诸如，个人数字处理、蜂窝电话、智能电话、可穿戴设备（如头盔、眼镜、手表等）和其它类似的计算装置。本文所示的部件、它们的连接和关系、以及它们的功能仅仅作为示例，并且不意在限制本文中描述的和/或者要求的本申请的实现。

本申请还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指令，所述计算机程序指令用于使处理器执行时实现本申请实施例所提供的网络拥塞控制方法。

例如，用于实施本申请的方法的计算机程序指令可以采用一个或多个编程语言的任何组合来编写。这些计算机程序指令可以提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理装置的处理器，使得计算机程序指令当由处理器执行时使流程图和/或框图中所规定的功能/操作被实施。计算机程序指令可以完全在机器上执行、部分地在机器上执行，作为独立软件包部分地在机器上执行且部分地在远程机器上执行或完全在远程机器或服务器上执行。

例如，计算机可读存储介质可以是有形的介质，其可以包含或存储以供指令执行系统、装置或设备使用或与指令执行系统、装置或设备结合地使用的计算机程序。计算机可读存储介质可以包括但不限于电子的、磁性的、光学的、电磁的、红外的、或半导体系统、装置或设备，或者上述内容的任何合适组合。计算机可读存储介质可以是机器可读信号介质。机器可读存储介质的更具体示例会包括基于一个或多个线的电气连接、便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、可擦除可编程只读存储器（EPROM 或快闪存储器）、光纤、便捷式紧凑盘只读存储器（CD-ROM）、光学储存设备、磁储存设备、或上述内容的任何合适组合。计算机可读存储介质可以为非暂态计算机可读存储介质。

应该理解，可以使用上面所示的多种形式的流程，重新排序、增加或删除步骤。例如，本申请中记载的多个步骤可以并行地执行也可以顺序地执行也可以不同的次序执行，只要能够实现本申请的技术方案所期望的结果，本文在此不进行限制。

1、一种网络拥塞控制方法，应用于发送端，包括：

向接收端发送第一请求报文，其中，所述第一请求报文中携带第一时间戳，所述第一时间戳用于表征所述发送端发送所述第一请求报文的时间；

接收所述接收端发送的与所述第一请求报文对应的第一响应报文，并记录第二时间戳，其中，所述第一响应报文中携带所述第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳，所述第二时间戳用于表征所述发送端接收所述第一响应报文的时间，所述第三时间戳用于表征接收端接收所述第一请求报文的时间，所述第四时间戳用于表征所述接收端发送所述第一响应报文的时间；

基于所述第一时间戳、所述第二时间戳、所述第三时间戳和所述第四时间戳，确定所述第一请求报文的第一网络传输时长；

获取第二网络传输时长和参考网络传输时长，其中，所述第二网络传输时长是当前第一请求报文的上一第一请求报文的第一网络传输时长，所述参考传输时长是所述第一请求报文的历史最小第一网络传输时长；

基于所述第一网络传输时长分别与所述第二网络传输时长和所述参考网络传输时长的比较关系，确定传输所述第一请求报文的网络状态；

基于所述网络状态，调整所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率。

2、根据权利要求1所述的方法，还包括：

在首次发送请求报文或接收到所述第一响应报文时，向所述接收端发送所述第一请求报文；

在接收到第二响应报文时，向所述接收端发送第二请求报文；

其中，所述请求报文包括所述第一请求报文和所述第二请求报文，所述第二请求报文不携带所述第一时间戳，所述第二响应报文不携带所述第一时间戳、所述第三时间戳和所述第四时间戳。

3、根据权利要求1所述的方法，其中，所述基于所述第一网络传输时长分别与所述第二网络传输时长和所述参考网络传输时长的比较关系，确定传输所述第一请求报文的网络状态，包括：

在所述第一网络传输时长小于所述第二网络传输时长，并且大于所述参考网络传输时长的情况下，将所述网络状态确定为拥塞存在且拥塞趋于缓解；

在所述第一网络传输时长小于所述第二网络传输时长，并且等于或小于所述参考网络传输时长的情况下，将所述网络状态确定为拥塞可能存在且拥塞趋于缓解；

在所述第一网络传输时长等于所述第二网络传输时长，并且大于所述参考网络传输时长的情况下，将所述网络状态确定为拥塞存在且拥塞保持稳定；

在所述第一网络传输时长等于所述第二网络传输时长，并且等于所述参考网络传输时长的情况下，将所述网络状态确定为拥塞可能存在且拥塞保持稳定；

在所述第一网络传输时长大于所述第二网络传输时长，并且大于所述参考网络传输时长

的情况下，将所述网络状态确定为拥塞存在且拥塞趋于严重。

4、根据权利要求3所述的方法，其中，所述基于所述网络状态，调整所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率，包括：

获取所述第一请求报文的发送速率；

在所述网络状态为拥塞存在且拥塞趋于缓解，或所述网络状态为拥塞可能存在且拥塞趋于缓解的情况下，将所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率保持为所述第一请求报文的发送速率；

在所述网络状态为拥塞存在且拥塞保持稳定，或所述网络状态为拥塞存在且拥塞趋于严重的情况下，降低所述第一请求报文的发送速率，以作为所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率；

在所述网络状态为拥塞可能存在且拥塞保持稳定的情况下，提升所述第一请求报文的发送速率，以作为所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率。

5、一种网络拥塞控制方法，应用于接收端，包括：

接收发送端发送的第一请求报文，其中，所述第一请求报文中携带第一时间戳，所述第一时间戳用于表征所述发送端发送所述第一请求报文的时间；

向发送端发送与所述第一请求报文对应的第一响应报文，其中，所述第一响应报文中携带所述第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳，所述第三时间戳用于表征接收端接收所述第一请求报文的时间，所述第四时间戳用于表征所述接收端发送所述第一响应报文的时间。

6、根据权利要求5所述的方法，还包括：

接收发送端发送的第二请求报文，其中，所述第二请求报文不携带所述第一时间戳；

向发送端发送与所述第二请求报文对应的第二响应报文，其中，所述第二响应报文中不携带所述第一时间戳、所述第三时间戳和所述第四时间戳。

7、一种网络拥塞控制装置，配置于发送端，包括：第一报文发送模块、第一报文接收模块、传输时长确定模块、时长获取模块、网络状态确定模块和速率调整模块；其中，

第一报文发送模块，设置为向接收端发送第一请求报文，其中，所述第一请求报文中携带第一时间戳，所述第一时间戳用于表征所述发送端发送所述第一请求报文的时间；

第一报文接收模块，设置为接收所述接收端发送的与所述第一请求报文对应的第一响应报文，并记录第二时间戳，其中，所述第一响应报文中携带所述第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳，所述第二时间戳用于表征所述发送端接收所述第一响应报文的时间，所述第三时间戳用于表征接收端接收所述第一请求报文的时间，所述第四时间戳用于表征所述接收端发送所述第一响应报文的时间；

传输时长确定模块，设置为基于所述第一时间戳、所述第二时间戳、所述第三时间戳和所述第四时间戳，确定所述第一请求报文的第一网络传输时长；

时长获取模块，设置为获取第二网络传输时长和参考网络传输时长，其中，所述第二网络传输时长是当前第一请求报文的上一第一请求报文的网络传输时长，所述参考传输时长是

所述第一请求报文所属数据流的请求报文的历史最小网络传输时长；

网络状态确定模块，设置为基于所述第一网络传输时长分别与所述第二网络传输时长和所述参考网络传输时长的比较关系，确定传输所述第一请求报文的网络状态；

速率调整模块，设置为基于所述网络状态，调整所述第一请求报文的下一请求报文的发送速率。

8、一种网络拥塞控制装置，配置于接收端，包括：第二报文接收模块和第二报文发送模块；其中，

第二报文接收模块，设置为接收发送端发送的第一请求报文，其中，所述第一请求报文中携带第一时间戳，所述第一时间戳用于表征所述发送端发送所述第一请求报文的时间；

第二报文发送模块，设置为向发送端发送与所述第一请求报文对应的第一响应报文，其中，所述第一响应报文中携带所述第一时间戳、第三时间戳和第四时间戳，所述第三时间戳用于表征接收端接收所述第一请求报文的时间，所述第四时间戳用于表征所述接收端发送所述第一响应报文的时间。

9、一种芯片，包括：

处理器，设置为执行存储在存储器上的计算机程序指令，其中，当所述计算机程序指令被所述处理器执行时，触发所述芯片执行权利要求 1-4 中任一项所述的网络拥塞控制方法；或者，权利要求 5-6 中任一项所述的网络拥塞控制方法。

10、一种电子设备，包括如权利要求 9 所述芯片，和存储器；

所述存储器用于存储计算机程序指令；

当所述计算机程序指令被所述芯片中的处理器执行，使得所述处理器实现如权利要求 1-4 中任一项所述的网络拥塞控制方法；或者，权利要求 5-6 中任一项所述的网络拥塞控制方法。

11、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指令，所述计算机程序指令用于使处理器执行时实现权利要求 1-4 中任一项所述的网络拥塞控制方法；或者，权利要求 5-6 中任一项所述的网络拥塞控制方法。