

(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
2023 年 7 月 6 日 (06.07.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/123104 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 47/24 (2022.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/142637

(22) 国际申请日: 2021 年 12 月 29 日 (29.12.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 新华三技术有限公司 (NEW H3C TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市滨江区长河路 466 号, Zhejiang 310052 (CN)。

(72) 发明人: 郭道荣 (GUO, Daorong); 中国北京市朝阳区广顺南大街 8 号院 1 号楼利星行中心 A 座 640 室, Beijing 100102 (CN)。 闻广亮 (WEN, Guangliang); 中国北京市朝阳区广顺南大街 8

号院 1 号楼利星行中心 A 座 640 室, Beijing 100102 (CN)。 程臻 (CHENG, Zhen); 中国北京市朝阳区广顺南大街 8 号院 1 号楼利星行中心 A 座 640 室, Beijing 100102 (CN)。 林晖 (LIN, Hui); 中国北京市朝阳区广顺南大街 8 号院 1 号楼利星行中心 A 座 640 室, Beijing 100102 (CN)。

(74) 代理人: 北京博思佳知识产权代理有限公司 (BEIJING BESTIPR INTELLECTUAL PROPERTY LAW CORPORATION); 中国北京市海淀区上地三街 9 号嘉华大厦 B 座 409, Beijing 100085 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) Title: MESSAGE TRANSMISSION METHOD AND NETWORK DEVICE

(54) 发明名称: 一种报文传输方法及网络设备

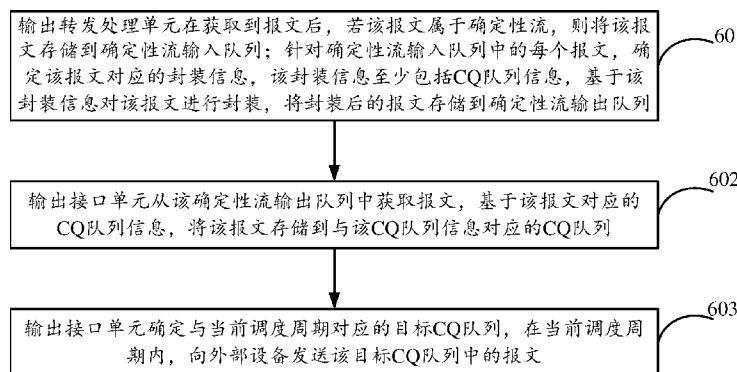


图 6

- 601 After an output forwarding processing unit acquires a message, if the message belongs to a deterministic flow, store the message in a deterministic flow input queue; and for each message in the deterministic flow input queue, determine encapsulation information corresponding to the message, wherein the encapsulation information comprises CQ information, encapsulate the message on the basis of the encapsulation information, and store the encapsulated message in a deterministic flow output queue
- 602 An output interface unit acquires a message from the deterministic flow output queue, and stores, on the basis of CQ information corresponding to the message, the message in a CQ corresponding to the CQ information
- 603 The output interface unit determines a target CQ corresponding to the current scheduling cycle, and sends a message in the target CQ to an external device within the current scheduling cycle

(57) Abstract: Provided in the present application are a message transmission method and a network device. The method comprises: after an output forwarding processing unit acquires a message, if the message belongs to a deterministic flow, storing the message in a deterministic flow input queue; for each message in the deterministic flow input queue, determining encapsulation information corresponding to the message, wherein the encapsulation information comprises CQ information, encapsulating the message on the basis of the encapsulation information, and storing the encapsulated message in a deterministic flow output queue; an output interface unit

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

acquiring a message from the deterministic flow output queue, and storing, on the basis of CQ information corresponding to the message, the message in a CQ corresponding to the CQ information; and the output interface unit determining a target CQ corresponding to the current scheduling cycle, and sending a message in the target CQ to an external device within the current scheduling cycle. By means of the technical solutions of the present application, it can be ensured that deterministic flow forwarding is not affected by best-effort forwarding, and the best-effort forwarding and the deterministic flow forwarding can be guaranteed to be mutually compatible.

(57) 摘要: 本申请提供一种报文传输方法及网络设备, 该方法包括: 输出转发处理单元获取到报文后, 若报文属于确定性流, 则将报文存储到确定性流输入队列; 针对确定性流输入队列中每个报文, 确定报文对应的封装信息, 封装信息包括CQ队列信息, 基于封装信息对报文进行封装, 将封装后的报文存储到确定性流输出队列; 输出接口单元从确定性流输出队列中获取报文, 基于报文对应的CQ队列信息, 将报文存储到与该CQ队列信息对应的CQ队列; 输出接口单元确定与当前调度周期对应的目标CQ队列, 在当前调度周期内向外部设备发送目标CQ队列中的报文。通过本申请的技术方案, 能够保证确定性流转发不受尽力而为流转发的影响, 并保证尽力而为流转发和确定性流转发的相互兼容。

一种报文传输方法及网络设备

技术领域

[01] 本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种报文传输方法及网络设备。

背景技术

- 5 [02] DetNet (Deterministic Network, 确定性网络) 可以在一个网络域内为承载业务提供确定性业务功能，这些确定性业务功能可以包括时延、丢包率等。TSN (Time Sensitive Networking, 时间敏感型网络) 是基于局域网实现的确定性网络，在 TSN 中，通过采用 CQF (Cyclic Queuing and Forwarding, 周期排队转发) 确保转发层面的确定性传输，从而为承载业务提供确定性业务功能。
- 10 [03] 为便于描述，确定性网络中传输的具有确定性业务功能 (如时延、丢包率等) 的业务流称为确定性流。针对不同于确定性流的其它业务流，可以按照尽力而为转发的方式，因此，将不同于确定性流的其它业务流称为尽力而为流。

发明内容

- 15 [04] 本申请提供一种报文传输方法，应用于网络设备，所述网络设备至少包括输出转发处理单元和输出接口单元，所述方法包括：
- [05] 所述输出转发处理单元在获取到报文后，若该报文属于确定性流，则将该报文存储到确定性流输入队列；针对所述确定性流输入队列中的每个报文，确定该报文对应的封装信息，所述封装信息至少包括 CQ 队列信息，基于所述封装信息对该报文进行封装，将封装后的报文存储到确定性流输出队列；
- 20 [06] 所述输出接口单元从所述确定性流输出队列中获取报文，基于该报文对应的 CQ 队列信息，将该报文存储到与该 CQ 队列信息对应的 CQ 队列；
- [07] 所述输出接口单元确定与当前调度周期对应的目标 CQ 队列，在所述当前调度周期内，向外部设备发送所述目标 CQ 队列中的报文。
- [08] 本申请提供一种网络设备，包括输出转发处理单元和输出接口单元；
- 25 [09] 所述输出转发处理单元，用于在获取到报文后，若该报文属于确定性流，则将该报文存储到确定性流输入队列；针对所述确定性流输入队列中的每个报文，确定该报文对应的封装信息，所述封装信息至少包括 CQ 队列信息，基于所述封装信息对该报文进行封装，将封装后的报文存储到确定性流输出队列；
- [10] 所述输出接口单元，用于从所述确定性流输出队列中获取报文，基于该报文对应的 CQ 队列信息，将该报文存储到与该 CQ 队列信息对应的 CQ 队列；
- 30 [11] 所述输出接口单元，用于确定与当前调度周期对应的目标 CQ 队列，在所述当前调度周期内，向外部设备发送所述目标 CQ 队列中的报文。
- [12] 由以上技术方案可见，本申请实施例中，能够保证确定性流转发不受尽力而为流转发的影响，并保证尽力而为流转发和确定性流转发的相互兼容。基于 CSQF (Cycle Specified Queuing and Forwarding, 指定周期排队转发) 实现广域确定性网络的报文传输，实现确定性流与尽力而为流的共存，便于实现共网和共路的全业务全融合。在确定性流预留带宽没有被确定性流量使用时，能够被尽力而为流使用，在拥塞产生时，确定性流不受影响，通过控制尽力而为流的数量解决拥塞情况。维持尽力而为流的 HQOS
- 35

(Hierarchical Quality of Service, 分层服务质量)调度,但是,不对确定性流实现 HQOS 调度。

附图说明

- 5 [13] 为了更加清楚地说明本申请实施例或者现有技术中的技术方案,下面将对本申请实施例或者现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,还可以根据本申请实施例的这些附图获得其他的附图。
- [14] 图 1 是本申请一种实施方式中的 CSQF 的工作原理示意图;
- [15] 图 2 是本申请一种实施方式中的 CSQF 和 CQF 的对比示意图;
- 10 [16] 图 3 是本申请一种实施方式中的网络设备的结构示意图;
- [17] 图 4A 和图 4B 是本申请一种实施方式中的网络设备的结构示意图;
- [18] 图 5A 是本申请一种实施方式中的输入接口单元的结构示意图;
- [19] 图 5B 是本申请一种实施方式中的输入转发处理单元的结构示意图;
- [20] 图 5C 是本申请一种实施方式中的输出转发处理单元的结构示意图;
- 15 [21] 图 5D 是本申请一种实施方式中的输出接口单元的结构示意图;
- [22] 图 6 是本申请一种实施方式中的报文传输方法的流程示意图。

具体实施方式

- 20 [23] 在本申请实施例使用的术语仅仅是出于描述特定实施例的目的,而非限制本申请。本申请和权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式,除非上下文清楚地表示其它含义。还应当理解,本文中使用的术语“和/或”是指包含一个或多个相关联的列出项目的任何或所有可能组合。
- [24] 应当理解,尽管在本申请实施例可能采用术语第一、第二、第三等来描述各种信息,但这些信息不应限于这些术语。这些术语仅用来将同一类型的信息彼此区分开。例如,在不脱离本申请范围的情况下,第一信息也可以被称为第二信息,类似地,第二信息也可以被称为第一信息。取决于语境,此外,所使用的词语“如果”可以被解释成为“在……时”或“当……时”或“响应于确定”。
- 25 [25] TSN 是基于局域网实现的确定性网络,在 TSN 中,通过采用 CQF 确保转发层面的确定性传输,从而为承载业务提供确定性业务功能。当然,CQF 只是提供确定性业务的示例,还可以采用其它方式确保转发层面的确定性传输,对此不做限制。CQF 作为与 CSQF 接近的技术,本实施例以 CQF 为例。CQF 的基本工作原理是:每个网络设备的出接口关联 2 个队列,并将时域划分为 2 个周期,这 2 个队列在这两个周期内交替发送和接收。比如说,将这 2 个队列记为队列 Q1 和队列 Q2,将这 2 个周期记为 T0 周期和 T1 周期,在 T0 周期内,队列 Q1 进行发送,队列 Q2 进行接收(队列 Q1 的接收关,队列 Q2 的接收开,队列 Q1 的发送开,队列 Q2 的发送关),在 T1 周期内,队列 Q1 进行接收,队列 Q2 进行发送,以此类推,这样,队列 Q1 和队列 Q2 可以按照奇偶周期交替进行。
- 30 [26] CQF 要求每一跳传输一个周期,报文在某个网络设备的某一个周期内接收,在下一个周期内发送出去,而下一个网络设备就在下一个周期内接收到该报文,以此类推。这

样,当周期 T 为确定值,则报文在路径上的传输时延(端到端的传输时延)就是确定的,该传输时延的最小值为 $(H-1)*T$,该传输时延的最大值为 $(H+1)*T$, H 为跳数,表示路径上经过的网络设备的总数量。

5 [27]由于 CQF 是基于局域网的技术,在广域网中无法实现,为了实现广域网的确定性传输,基于 CQF 提出了 CSQF (Cycle Specified Queuing and Forwarding, 指定周期排队转发), CSQF 结合 SR (Segment Routing, 分段路由) 应用或者 SRv6 应用,实现广域网的确定性传输。其中,SR 可以是基于 MPLS (Multi-Protocol Label Switching, 多协议标签交换) 的 SR, SRv6 可以是基于 IPV6 的 SRv6。

10 [28]参见图 1 所示,为 CSQF 的工作原理示意图,控制器 10 用于收集各网络设备的信息,如发送能力、接口、周期数、节点内最大抖动等。针对发送者到接收者之间的确定性传输需求,控制器 10 经过计算后,若发现有足够的传输资源,则分配传输路径,并将传输路径的信息下发给边缘节点,参见图 1 所示,发送者到接收者之间的传输路径可以是:网络设备 11-网络设备 12-网络设备 13-网络设备 14,该传输路径的边缘节点(即首个网络设备)是网络设备 11。

15 [29]网络设备 11 在接收到需要转发的报文(packet)后,在报文中添加传输路径中每个网络设备的信息,如网络设备在路径中的节点标识(如 SRv6 的 SID (Segment identifier, 分段标识) 中的 Locator (位置) 等)、网络设备的发送接口、网络设备中需要发送的周期。这样,报文到达某网络设备后,该网络设备可以取出相应的接口和周期信息,然后,将该报文存储到与该周期对应的队列。

20 [30]针对每个网络设备来说,可以按照一定周期循环对各队列中的报文进行发送,即每个队列对应一个周期,可以在该周期内发送该队列中的报文,由于网络设备的周期循环以固定模式进行,因此,在网络设备 11 中,对发送者的每个报文的指定周期不变,发送者到接收者的报文在每个网络设备转发的周期是确定的,因此,报文的整个时延也是确定的,从而实现确定性传输。

25 [31]综上可以看出,CSQF 和 CQF 的实现过程类似,CSQF 和 CQF 的区别可以在于:CSQF 至少需要 3 个队列(如 3、6、8、9、10、12、15 个队列等,后续以 15 个队列为例),每一个周期内只有一个队列处于发送状态,而其它队列均处于接收状态。对于 CQF 来说,要求各网络设备的循环周期严格同步,包括需要相位同步,对于 CSQF 来说,只要求循环周期的频率同步,不需要相位同步,同时对于某跳传输时延无法在一个周期内完成的情况,可以指定下一个周期传输的队列,通过此方式来适应广域网的不同网络设备的传输时延。

30 [32]参见图 2 所示,为 CSQF 和 CQF 的对比示意图,对于 CQF 来说,针对某个报文的传输过程,网络设备 11 在周期 1 发送该报文,网络设备 12 在周期 1 接收该报文,且网络设备 12 在周期 2 发送该报文,网络设备 13 在周期 2 接收该报文,且网络设备 13 在周期 3 发送该报文,网络设备 14 在周期 3 接收该报文,且网络设备 14 在周期 4 发送该报文。对于 CSQF 来说,以 CSQF 需要 3 个队列为例,针对某个报文的传输过程,网络设备 11 在周期 1 发送该报文,网络设备 12 在周期 1 或者周期 2 接收该报文,且网络设备 12 在周期 3 发送该报文,网络设备 13 在周期 3 接收该报文,且网络设备 13 在周期 4 发送该报文,网络设备 14 在周期 4 或者周期 5 接收该报文,且网络设备 14 在周期 6 发送该报文。

40 [33]在 CSQF 的实现过程中,能够保证报文的整个时延确定,其原因在于:每个网络设备划分以固定长度为周期的时间片,对确定性的业务流进行统一流量调度,使其在确定时间片内进行转发。在传输路径上的每个网络设备,发送时间被限制在一个特定时间片内,使得报文在该网络设备的时延抖动均是确定的,无论增加多少个网络设备,前一网

络设备的抖动并不会增加后面一个网络设备的抖动时延。当然，当网络设备的总数量增加时，报文转发总延时也会增加。

[34]对于最后一个网络设备来说，报文只在确定的时间片内进行接收和发送，即报文在最后一个网络设备的抖动范围被限制在一个确定时间片内。

5 [35]虽然 CSQF 能够实现广域网的确定性传输，为承载业务提供确定性业务功能，但是，各网络设备应该如何实现 CSQF，相关技术中并没有合理的解决方案。针对上述问题，本申请实施例提出一种基于 CSQF 实现的广域确定性网络传输方法，可以应用于网络设备，网络设备也称为网络节点或转发节点。参见图 3 所示，为网络设备的结构示意图，网络设备可以包括输入接口单元 31、输入转发处理单元 32、内部交换单元 33、输出转发处理单元 34、输出接口单元 35。

10 [36]其中，输入接口单元 31 可以实现确定性流接收辅助处理，输入接口单元 31 的功能可以包括但不限于：识别确定性流；辅助输入转发处理单元 32 实现流量分类，使得确定性流进入确定性流输入队列；时间戳功能；流量调度功能。

15 [37]其中，输入转发处理单元 32 的功能可以包括但不限于：能够实现流量分类功能，即区分出属于确定性流的报文和属于尽力而为流的报文，针对属于确定性流的报文，将该报文存储到确定性流输入队列，针对属于尽力而为流的报文，将该报文存储到尽力而为流输入队列。能够实现优先级调度功能，即优先处理确定性流输入队列中的报文，在确定性流输入队列中的报文处理完成之后，才处理尽力而为流输入队列中的报文。能够实现确定性流的输入通道处理功能，即将确定性流的传输通道与尽力而为流的传输通道分开，通过确定性流的传输通道发送确定性流的报文，通过尽力而为流的传输通道发送尽力而为流的报文，通过将确定性流的传输通道与尽力而为流的传输通道分开，使得尽力而为流的传输通道被反压（即限速处理）时，确定性流的传输通道不被反压。

20 [38]其中，内部交换单元 33 的功能是确保确定性流的高优先级通道，也就是说，内部交换单元 33 优先将确定性流的报文发送给输出转发处理单元 34，在确定性流的报文发送完成后，才将尽力而为流的报文发送给输出转发处理单元 34。

25 [39]比如说，内部交换单元 33 可以包括高优先级交换通道和普通优先级交换通道，内部交换单元 33 可以通过高优先级交换通道发送确定性流的报文，内部交换单元 33 可以通过普通优先级交换通道发送尽力而为流的报文。

30 [40]其中，输出转发处理单元 34 的功能可以包括但不限于：能够实现尽力而为输出管道处理功能，即对尽力而为流的报文进行处理。能够对尽力而为流进行 HQOS 调度，即针对尽力而为流的报文进行 HQOS 调度，但是，不对确定性流的报文进行 HQOS 调度。能够实现尽力而为流的限速功能，即针对尽力而为流的报文进行限速处理，但是，不对确定性流的报文进行限速处理。能够实现确定性流输出管道处理功能，即对确定性流的报文进行处理。

35 [41]其中，输出接口单元 35 的功能可以包括但不限于：能够实现尽力而为缓存队列，通过尽力而为缓存队列存储尽力而为流的报文。能够实现尽力而为缓存队列的反压功能，比如说，当尽力而为缓存队列中的报文数量达到数量阈值之后，则控制输出转发处理单元 34 不再将尽力而为流的报文存储到尽力而为缓存队列。能够实现确定性流的 CSQF 队列，通过 CSQF 队列存储确定性流的报文。能够实现确定性流与尽力而为流的合成调度，即调度确定性流的报文和尽力而为流的报文。比如说，先发送确定性流的报文，后发送尽力而为流的报文。

40 [42]示例性的，对于 CSQF 队列来说，可以包括 SQ（Sending Queue，发送队列）、RQ（Receiving Queue，接收队列）和 TQ（Tolerating Queue，容忍队列），SQ 是 CSQF 中

正在被发送的队列，RQ 是 CSQF 中正在接收的队列，由于抖动等原因，导致接收的报文无法正常进入 RQ 时，这样的报文进入 TQ。本实施例中，将 SQ、RQ 和 TQ 称为 CQ（Cyclic Queuing，周期队列）队列。综上，输出接口单元 35 能够实现确定性流的 CQ 队列，通过 CQ 队列存储确定性流的报文。

5 [43]在一种可能的实施方式中，参见图 4A 所示，输入接口单元 31 可以通过 FPGA（Field Programmable Gate Array，现场可编程逻辑门阵列）实现，输入转发处理单元 32 可以通过 NP（Network Processor，网络处理器）实现，为区分方便，将这个 NP 称为 Ingress NP（入口 NP），内部交换单元 33 可以通过交换网板（fabric）实现，输出转发处理单元 34 可以通过 NP 实现，为区分方便，将这个 NP 称为 Egress NP（出口 NP），输出接口单元 35 可以通过 FPGA 实现。

10 [44]在输入接口单元 31 与输入转发处理单元 32 之间创建两个通道，即在输入接口单元 31 与输入转发处理单元 32 之间的物理接口中创建两个通道（channel），为了区分方便，将这两个通道记为第三通道和第四通道。比如说，假设输入接口单元 31 与输入转发处理单元 32 之间的物理接口是 Interlaken 物理接口，则在同一 Interlaken 物理接口中创建第三通道和第四通道。其中，第三通道用于传输属于确定性流的报文，第四通道用于传输属于尽力而为流的报文。

15 [45]在输出转发处理单元 34 和输出接口单元 35 之间创建两个通道，即在输出转发处理单元 34 与输出接口单元 35 之间的物理接口中创建两个通道（channel），为了区分方便，将这两个通道记为第一通道和第二通道。比如说，假设输出转发处理单元 34 与输出接口单元 35 之间的物理接口是 Interlaken 物理接口，则在同一 Interlaken 物理接口中创建第一通道和第二通道。其中，第一通道用于传输属于确定性流的报文，第二通道用于传输属于尽力而为流的报文。

20 [46]在另一种可能的实施方式中，参见图 4B 所示，输入接口单元 31 和输入转发处理单元 32 可以通过同一器件实现，比如说，通过 Ingress NP 同时实现输入接口单元 31 和输入转发处理单元 32，内部交换单元 33 可以通过交换网板实现，输出转发处理单元 34 和输出接口单元 35 可以通过同一器件实现，比如说，通过 Egress NP 同时实现输出转发处理单元 34 和输出接口单元 35。

25 [47]当然，图 4A 和图 4B 只是两个示例，对此输入接口单元 31、输入转发处理单元 32、内部交换单元 33、输出转发处理单元 34、输出接口单元 35 的实现方式不做限制，只要能够实现这些单元的功能即可，后续以图 4A 为例进行说明。

30 [48]以下结合具体实施例，对输入接口单元 31、输入转发处理单元 32、内部交换单元 33、输出转发处理单元 34、输出接口单元 35 的功能进行说明。

35 [49]第一、输入接口单元 31。输入接口单元 31 从外部设备接收到报文后，确定该报文属于确定性流或者尽力而为流。其中，若该报文属于确定性流，则将该报文存储到确定性流输出队列，若该报文属于尽力而为流，则将该报文存储到尽力而为流输出队列。在此基础上，输入接口单元 31 通过第三通道将确定性流输出队列中的报文发送给输入转发处理单元 32。输入接口单元 31 通过第四通道将尽力而为流输出队列中的报文发送给输入转发处理单元 32。

40 [50]示例性的，输入接口单元 31 从外部设备接收到报文后，从该报文中解析出流特征；若该流特征与已配置的 ACL 中的确定性流特征匹配，则确定该报文属于确定性流，若该流特征与 ACL 中的确定性流特征不匹配，则确定该报文属于尽力而为流。其中，该 ACL 可以包括至少一个确定性流特征。

[51]示例性的，输入接口单元 31 可以优先从确定性流输出队列中获取报文，并通过第三

通道将获取的报文发送给输入转发处理单元 32; 在确定性流输出队列中的所有报文获取完成之后, 输入接口单元 31 从尽力而为流输出队列中获取报文, 并通过第四通道将获取的报文发送给输入转发处理单元 32。

5 [52] 参见图 5A 所示, 为输入接口单元 31 的结构示意图, 输入接口单元 31 可以包括以太接口控制器 311、接收缓冲器 312、确定性流 ACL (Access Control Lists, 访问控制列表) 单元 313、控制逻辑单元 314、确定性流输出队列 315、尽力而为流输出队列 316 和发送 DMA (Direct Memory Access, 直接存储器访问) 317。

[53] 其中, 以太接口控制器 311 通过以太接口从外部设备接收到报文, 并将报文发送给接收缓冲器 312, 由接收缓冲器 312 对该报文进行接收缓冲。

10 [54] 其中, 确定性流 ACL 单元 313 用于获取针对确定性流的 ACL, 比如说, 上层应用可以将针对确定性流的 ACL 发送给确定性流 ACL 单元 313, 该 ACL 可以包括至少一个确定性流特征, 可以基于该 ACL 识别出确定性流。

15 [55] 比如说, 该确定性流特征可以是目的 IP 地址, 表示这个目的 IP 地址对应的报文属于确定性流。又例如, 该确定性流特征可以是目的 IP 网段, 表示这个 IP 网段对应的报文属于确定性流。当然, 上述只是确定性流特征的两个示例, 对此确定性流特征不做限制, 只要基于确定性流特征能够区分出确定性流即可。

[56] 确定性流 ACL 单元 313 在得到针对确定性流的 ACL 之后, 还可以存储该 ACL, 可以由控制逻辑单元 314 从确定性流 ACL 单元 313 查询该 ACL。

20 [57] 其中, 控制逻辑单元 314 可以从接收缓冲器 312 中获取报文, 并从该报文中解析出流特征 (即 ACL 所需的关键字)。若该流特征与 ACL 中的任一确定性流特征匹配, 则可以确定该报文属于确定性流, 若该流特征与 ACL 中的所有确定性流特征均不匹配, 则可以确定该报文属于尽力而为流。

25 [58] 比如说, 若确定性流特征是目的 IP 地址, 则控制逻辑单元 314 可以从该报文中解析出目的 IP 地址, 若该报文的目的 IP 地址与 ACL 中的某个目的 IP 地址相同, 则可以确定该报文属于确定性流, 若该报文中的目的 IP 地址与 ACL 中的所有目的 IP 地址均不相同, 则可以确定该报文属于尽力而为流。

30 [59] 若确定该报文属于确定性流, 则控制逻辑单元 314 可以在报文头部添加时间戳等辅助信息, 并将报文存储到确定性流输出队列 315, 该时间戳用于表示以太接口控制器 311 从外部设备接收到该报文的时间。若确定该报文属于尽力而为流, 则控制逻辑单元 314 将该报文存储到尽力而为流输出队列 316。

[60] 综上所述, 每次接收到属于确定性流的报文, 就可以将报文存储到确定性流输出队列 315, 即确定性流输出队列 315 可以包括多个属于确定性流的报文。

[61] 每次接收到属于尽力而为流的报文, 就可以将报文存储到尽力而为流输出队列 316, 即尽力而为流输出队列 316 可以包括多个属于尽力而为流的报文。

35 [62] 其中, 发送 DMA 317 可以从确定性流输出队列 315 中读取报文, 并通过第三通道将确定性流输出队列 315 中的报文发送给输入转发处理单元 32。

[63] 发送 DMA 317 可以从尽力而为流输出队列 316 中读取报文, 并通过第四通道将尽力而为流输出队列 316 中的报文发送给输入转发处理单元 32。

40 [64] 比如说, 发送 DMA 317 可以优先从确定性流输出队列 315 中读取报文, 并通过第三通道将报文发送给输入转发处理单元 32。在确定性流输出队列 315 中的所有报文均发送完成之后, 发送 DMA 317 才从尽力而为流输出队列 316 中读取报文, 并通过第四通道

将报文发送给输入转发处理单元 32。

[65]又例如，发送 DMA317 可以从确定性流输出队列 315 中读取部分报文，并通过第三通道将报文发送给输入转发处理单元 32。然后，发送 DMA317 从尽力而为流输出队列 316 中读取部分报文，并通过第四通道将报文发送给输入转发处理单元 32。然后，发送 DMA317 继续从确定性流输出队列 315 中读取部分报文，并通过第三通道将报文发送给输入转发处理单元 32。以此类推，一直到确定性流输出队列 315 和尽力而为流输出队列 316 中的报文均已经发送完成。

[66]第二、输入转发处理单元 32。输入转发处理单元 32 在获取到报文后，若该报文属于确定性流，则将该报文存储到确定性流输入队列；若该报文属于尽力而为流，则将该报文存储到尽力而为流输入队列。其中，输入转发处理单元 32 从第三通道获取到报文时，可以确定该报文属于确定性流。输入转发处理单元 32 从第四通道获取到报文时，可以确定该报文属于尽力而为流。

[67]示例性的，确定性流输入队列对应的队列优先级高于尽力而为流输入队列对应的队列优先级，以使输入转发处理单元 32 优先对确定性流输入队列中的报文进行处理。在输入转发处理单元 32 对确定性流输入队列中的报文进行处理时，若该报文包括 CQ 队列指示信息，则确定该 CQ 队列指示信息对应的 CQ 队列，否则，基于该报文对应的时间戳确定该报文对应的 CQ 队列。在此基础上，在报文中添加该 CQ 队列对应的 CQ 队列信息，并将报文发送给内部交换单元 33。

[68]其中，在基于时间戳确定该报文对应的 CQ 队列时，输入转发处理单元 32 可以基于该报文对应的转发信息查询出接口，并确定该出接口对应的多个 CQ 队列，每个 CQ 队列对应一个调度周期；基于该报文对应的时间戳，从所有调度周期中选取与该时间戳对应的调度周期，并确定该调度周期对应的 CQ 队列。

[69]输入转发处理单元 32 将确定性流输入队列中的报文发送给内部交换单元 33 时，在报文中添加高优先级标记，将高优先级的报文发送给内部交换单元 33。输入转发处理单元 32 将尽力而为流输入队列中的报文发送给内部交换单元 33 时，在报文中添加低优先级标记，将低优先级的报文发送给内部交换单元 33。

[70]参见图 5B 所示，为输入转发处理单元 32 的结构示意图，该输入转发处理单元 32 可以包括流量分类单元 321、确定性流输入队列 322、尽力而为流输入队列 323、管道调度单元 324、确定性流输入管道处理单元 325。

[71]其中，流量分类单元 321 从第三通道获取到报文时，确定报文属于确定性流，将该报文存储到确定性流输入队列 322。流量分类单元 321 从第四通道获取到报文时，确定报文属于尽力而为流，将该报文存储到尽力而为流输入队列 323。

[72]其中，输入转发处理单元 32 可以支持多个物理队列，不同物理队列的优先级可以不同，在此基础上，可以将高优先级的物理队列作为确定性流输入队列 322，可以将低优先级的物理队列作为尽力而为流输入队列 323。显然，由于确定性流输入队列 322 采用高优先级的物理队列，尽力而为流输入队列 323 采用低优先级的物理队列，因此，确定性流输入队列 322 对应的队列优先级可以高于尽力而为流输入队列 323 对应的队列优先级，从而保证确定性流输入队列 322 中的报文被优先处理，也就是说，属于确定性流的报文被优先处理。

[73]其中，管道调度单元 324 可以对确定性流输入队列 322 中的报文进行转发处理，并对尽力而为流输入队列 323 中的报文进行转发处理，在对报文进行转发处理时，管道调度单元 324 可以为 PMU (Processor Management Unit, 处理器管理单元)，即由 PMU 对报文进行转发处理，对此报文转发处理过程不做限制。

[74] 由于确定性流输入队列 322 对应的队列优先级高于尽力而为流输入队列 323 对应的队列优先级，因此，管道调度单元 324 优先对确定性流输入队列 322 中的报文进行转发处理，在确定性流输入队列 322 中的报文处理完成后，管道调度单元 324 才对尽力而为流输入队列 323 中的报文进行转发处理。在管道调度单元 324 对报文进行转发处理时，
5 可以将报文分配给转发管道（分配处理器资源进行相应的管道处理），对此管道处理的过程不做限制。

[75] 其中，确定性流输入管道处理单元 325 用于进行与确定性相关的转发处理，即在常规转发处理（由管道调度单元 324 实现的转发处理称为常规转发处理）的基础上，由确定性流输入管道处理单元 325 实现与确定性相关的转发处理。

10 [76] 比如说，针对边缘节点，如图 1 的网络设备 11，在确定性流输入管道处理单元 325 对确定性流输入队列 322 中的报文进行处理时，该报文未包括 CQ 队列指示信息（CQ 队列指示信息需要由边缘节点在报文中添加），因此，可以从该报文中解析出时间戳（由输入接口单元 31 添加到报文中，表示网络设备接收到该报文的时间戳），并基于该时间戳确定该报文对应的 CQ 队列。

15 [77] 在基于该时间戳确定该报文对应的 CQ 队列时，可以基于该报文对应的转发信息（如目的 IP 地址等）查询转发表项（用于记录转发信息与出接口的对应关系），得到该转发信息对应的出接口。由于网络设备的每个出接口可以对应多个 CQ 队列，表示可以通过这个出接口转发这些 CQ 队列中的报文，因此，在得到该转发信息对应的出接口之后，就可以确定该出接口对应的多个 CQ 队列。

20 [78] 针对每个 CQ 队列，该 CQ 队列可以对应一个调度周期，表示需要在该调度周期内发送该 CQ 队列中的报文，在此基础上，基于该报文对应的时间戳，可以从所有调度周期中选取与该时间戳对应的调度周期，即该时间戳可以位于该调度周期。然后，确定该调度周期对应的 CQ 队列，这个 CQ 队列也就是该报文对应的 CQ 队列，在后续过程中，需要将该报文添加到这个 CQ 队列中。

25 [79] 为了确定调度周期对应的 CQ 队列，还可以获取时隙表，该时隙表包括调度周期与 CQ 队列的映射关系。在此基础上，在得到与该时间戳对应的调度周期之后，通过该调度周期查询该时隙表，就可以得到该调度周期对应的 CQ 队列。

[80] 综上所述，针对边缘节点，确定性流输入管道处理单元 325 可以得到报文对应的 CQ 队列，并在报文中添加该 CQ 队列对应的 CQ 队列信息，如队列标识。

30 [81] 针对边缘节点来说，还可以确定报文在各中间节点（如网络设备 12、网络设备 13、网络设备 14 等）的 CQ 队列，对此确定过程不再赘述，可以参见 CSQF 的工作原理。在得到报文在各中间节点的 CQ 队列之后，可以在报文中添加 CQ 队列指示信息，该 CQ 队列指示信息包括报文在各中间节点对应的 CQ 队列信息，如报文在网络设备 12 对应的 CQ 队列的 CQ 队列信息、在网络设备 13 对应的 CQ 队列的 CQ 队列信息、在网络设备
35 备 14 对应的 CQ 队列的 CQ 队列信息。

[82] 比如说，针对中间节点，如图 1 的网络设备 12、网络设备 13 和网络设备 14 等，在确定性流输入管道处理单元 325 对确定性流输入队列 322 中的报文进行处理时，该报文可以包括 CQ 队列指示信息（CQ 队列指示信息是边缘节点在报文中添加，比如说，可以在 SRv6 的 SID 中携带该 CQ 队列指示信息，当然，这只是一个示例），因此，可以
40 从该报文中解析出 CQ 队列指示信息，并确定该 CQ 队列指示信息对应的 CQ 队列。例如，针对网络设备 12 来说，CQ 队列指示信息可以包括报文在网络设备 12 对应的 CQ 队列的 CQ 队列信息，因此，可以直接确定该 CQ 队列信息对应的 CQ 队列，这个 CQ 队列也就是该报文对应的 CQ 队列，在后续过程中，需要将该报文添加到这个 CQ 队列

中。

[83]综上所述,针对中间节点,确定性流输入管道处理单元 325 可以得到报文对应的 CQ 队列,并在报文中添加该 CQ 队列对应的 CQ 队列信息,如队列标识。

[84]参见上述实施例,针对确定性流输入队列 322 中的报文,在经过管道调度单元 324 和确定性流输入管道处理单元 325 的处理之后,可以将报文发送给内部交换单元 33,在将报文发送给内部交换单元 33 时,可以在报文中添加高优先级标记,并将高优先级标记的报文发送给内部交换单元 33。针对尽力而为流输入队列 323 中的报文,在经过管道调度单元 324 的处理之后,可以将报文发送给内部交换单元 33,在将报文发送给内部交换单元 33 时,可以在报文中添加低优先级标记,并将低优先级标记报文发送给内部交换单元 33。

[85]第三、内部交换单元 33。内部交换单元 33 在接收到高优先级标记的报文(即属于确定性流的报文)之后,基于高优先级标记将报文发送给输出转发处理单元 34,内部交换单元 33 在接收到低优先级标记的报文(即属于尽力而为流的报文)之后,基于低优先级标记将报文发送给输出转发处理单元 34。

[86]比如说,基于高优先级标记和低优先级标记,内部交换单元 33 优先将高优先级标记的报文发送给输出转发处理单元 34,在高优先级标记的报文发送完成之后,内部交换单元 33 才将低优先级标记的报文发送给输出转发处理单元 34。

[87]第四、输出转发处理单元 34。输出转发处理单元 34 在获取到报文后,若该报文属于确定性流,则可以将该报文存储到确定性流输入队列;若该报文属于尽力而为流,则可以将该报文存储到尽力而为流输入队列。针对确定性流输入队列中的每个报文,输出转发处理单元 34 可以确定该报文对应的封装信息,该封装信息至少包括 CQ 队列信息,基于该封装信息对该报文进行封装,将封装后的报文存储到确定性流输出队列。针对尽力而为流输入队列中的每个报文,输出转发处理单元 34 可以对该报文进行 HQOS 调度,并将 HQOS 调度后的报文存储到尽力而为流输出队列。其中,输出接口单元 35 与输出转发处理单元 34 之间存在第一通道和第二通道,输出转发处理单元 34 可以通过第一通道将确定性流输出队列中的报文发送给输出接口单元 35,输出转发处理单元 34 可以通过第二通道将尽力而为流输出队列中的报文发送给输出接口单元 35。

[88]参见图 5C 所示,为输出转发处理单元 34 的结构示意图,可以包括流量分类单元 341、确定性流输入队列 342、尽力而为流输入队列 343、管道调度单元 344、确定性流输入管道处理单元 345、尽力而为流输入管道处理单元 346、HQOS 调度单元 347、确定性流输出队列 348、尽力而为流输出队列 349、发送 DMA340。

[89]其中,内部交换单元 33 可以包括高优先级交换通道和普通优先级交换通道,内部交换单元 33 可以通过高优先级交换通道发送确定性流的报文,并通过普通优先级交换通道发送尽力而为流的报文。在此基础上,流量分类单元 341 从高优先级交换通道获取到报文时,确定报文属于确定性流,将该报文存储到确定性流输入队列 342。流量分类单元 341 从普通优先级交换通道获取到报文时,确定报文属于尽力而为流,将该报文存储到尽力而为流输入队列 343。

[90]其中,输出转发处理单元 34 可以支持多个物理队列,不同物理队列的优先级可以不同,在此基础上,可以将高优先级的物理队列作为确定性流输入队列 342,将低优先级的物理队列作为尽力而为流输入队列 343。显然,由于确定性流输入队列 342 采用高优先级的物理队列,尽力而为流输入队列 343 采用低优先级的物理队列,因此,确定性流输入队列 342 对应的队列优先级可以高于尽力而为流输入队列 343 对应的队列优先级,从而保证确定性流输入队列 342 中的报文被优先处理,也就是说,属于确定性流的报文

被优先处理。

[91]其中,管道调度单元 344 对确定性流输入队列 342 中的报文进行转发处理,并对尽力而为流输入队列 343 中的报文进行转发处理,对此报文转发处理过程不做限制。由于确定性流输入队列 342 对应的队列优先级高于尽力而为流输入队列 343 对应的队列优先级,因此,管道调度单元 344 优先对确定性流输入队列 342 中的报文进行转发处理,在确定性流输入队列 342 中的报文处理完成后,管道调度单元 344 才对尽力而为流输入队列 343 中的报文进行转发处理。

[92]其中,确定性流输入管道处理单元 345 用于进行与确定性相关的转发处理,即在常规转发处理(由管道调度单元 344 实现的转发处理称为常规转发处理)的基础上,由确定性流输入管道处理单元 345 实现与确定性相关的转发处理。

[93]比如说,针对确定性流输入队列 342 中的每个报文,确定性流输入管道处理单元 345 可以从该报文中解析出 CQ 队列信息(由输入转发处理单元 32 在报文中添加),并将该 CQ 队列信息确定为该报文对应的封装信息。当然,上述只是封装信息的示例,对此封装信息不做限制,比如说,还可以查询出本网络设备的出接口的 MAC 地址、下一跳网络设备的 MAC 地址等,将本网络设备的出接口的 MAC 地址和下一跳网络设备的 MAC 地址也作为封装信息。

[94]在得到封装信息之后,确定性流输入管道处理单元 345 可以基于该封装信息对该报文进行封装,比如说,在报文外层封装 CQ 队列信息等内容,并将封装后的报文存储到确定性流输出队列 348。其中,确定性流输入管道处理单元 345 在对报文进行封装之后,还可以旁路掉为尽力而为流实现的 HQOS 调度单元 347,即不需要采用 HQOS 调度单元 347 对确定性流输入队列 342 中的报文进行 HQOS 调度,确定性流输入队列 342 中的报文不进行 HQOS 调度,也就不会受到尽力而为调度的影响,使得确定性流输入队列 342 中的报文可以被快速转发。

[95]其中,尽力而为流输入管道处理单元 346 用于进行与尽力而为相关的转发处理,即在常规转发处理的基础上,实现与尽力而为相关的转发处理。比如说,针对尽力而为流输入队列 343 中的每个报文,尽力而为流输入管道处理单元 346 确定该报文对应的封装信息,如本网络设备的出接口的 MAC 地址、下一跳网络设备的 MAC 地址等,并基于该封装信息对该报文进行封装,比如说,在报文外层封装这些封装信息,并将封装后的报文发送给 HQOS 调度单元 347。

[96]其中,HQOS 调度单元 347 用于对尽力而为流输入队列 343 中的每个报文进行 HQOS 调度,对此 HQOS 调度过程不做限制,在报文的 HQOS 调度过程结束之后,HQOS 调度单元 347 可以将报文存储到尽力而为流输出队列 349。

[97]其中,发送 DMA340 可以从确定性流输出队列 348 中读取报文,并通过第一通道将确定性流输出队列 348 中的报文发送给输出接口单元 35。发送 DMA340 可以从尽力而为流输出队列 349 中读取报文,并通过第二通道将尽力而为流输出队列 349 中的报文发送给输出接口单元 35。由于确定性流输出队列 348 中的报文和尽力而为流输出队列 349 中的报文是通过不同通道进行传输,因此,当输出接口单元 35 出现拥塞时,可以只反压尽力而为流的传输通道,即第二通道,而不反压确定性流的传输通道,即第一通道,从而为时延确定性提供有力支持。

[98]比如说,发送 DMA340 可以优先从确定性流输出队列 348 中读取报文,并通过第一通道将报文发送给输出接口单元 35,在确定性流输出队列 348 中的所有报文均发送完成之后,发送 DMA340 才可以从尽力而为流输出队列 349 中读取报文,并通过第二通道将报文发送给输出接口单元 35。

[99] 又例如, 发送 DMA340 可以从确定性流输出队列 348 中读取部分报文, 并通过第一通道将报文发送给输出接口单元 35, 然后, 发送 DMA340 可以从尽力而为流输出队列 349 中读取部分报文, 并通过第二通道将报文发送给输出接口单元 35, 然后, 发送 DMA340 可以继续从确定性流输出队列 348 中读取部分报文, 并通过第一通道将报文发送给输出接口单元 35, 以此类推, 一直到确定性流输出队列 348 和尽力而为流输出队列 349 中的报文均已经发送完成。

[100] 第五、输出接口单元 35。输出接口单元 35 可以从确定性流输出队列 348 中获取报文, 基于该报文对应的 CQ 队列信息, 将该报文存储到与该 CQ 队列信息对应的 CQ 队列。输出接口单元 35 可以从尽力而为流输出队列 349 中获取报文, 并将该报文存储到 BEQ (Best Effort Queue, 尽力而为缓存队列) 队列。

[101] 针对每个调度周期, 将当前正在进行的调度周期称为当前调度周期, 输出接口单元 35 确定与当前调度周期对应的目标 CQ 队列, 在当前调度周期内, 向外部设备发送目标 CQ 队列中的报文。若目标 CQ 队列中的报文被发送完成之后, 当前调度周期仍有剩余时间片, 则输出接口单元 35 在当前调度周期的剩余时间片内, 向外部设备发送 BEQ 队列中的报文。比如说, 输出接口单元 35 确定剩余时间片能够发送的报文长度, 若该报文长度大于已配置长度 (可以根据经验配置), 则在当前调度周期的剩余时间片内, 向外部设备发送 BEQ 队列中的一个报文; 若该报文长度不大于已配置长度, 则在当前调度周期的剩余时间片内, 停止向外部设备发送 BEQ 队列中的报文。示例性的, 向外部设备发送 BEQ 队列中的一个报文之后, 还可以更新当前调度周期的剩余时间片, 基于更新后的剩余时间片, 返回执行确定剩余时间片能够发送的报文长度的操作。

[102] 示例性的, 在 BEQ 队列中的报文数量大于第一预设阈值时, 输出接口单元 35 还可以输出针对第二通道的流控信号; 在 BEQ 队列中的报文数量小于第二预设阈值时, 输出接口单元 35 可以取消针对第二通道的流控信号。其中, 第二预设阈值可以小于或者等于第一预设阈值, 对此取值不做限制。在此基础上, 当存在针对第二通道的流控信号时, 暂停通过第二通道传输报文, 也就是说, 输出转发处理单元 34 不再通过第二通道将尽力而为流输出队列 349 中的报文传输给输出接口单元 35。当不存在针对第二通道的流控信号时, 继续通过第二通道传输报文, 也就是说, 输出转发处理单元 34 将尽力而为流输出队列 349 中的报文传输给输出接口单元 35。

[103] 参见图 5D 所示, 为输出接口单元 35 的结构示意图, 输出接口单元 35 可以包括控制单元 351、分类单元 (Classification) 352、周期选择单元 (Select by Cycle) 353、SP (Stream Processor, 流处理器) 单元 354、MAC 层转发单元 355。此外, 输出接口单元 35 还可以包括 BEQ 队列和 CQ 队列, BEQ 队列的数量为至少一个, 图 5D 中以一个 BEQ 队列为例, CQ 队列的数量为至少三个, 图 5D 中以 15 个 CQ 队列为例, 将这 15 个 CQ 队列分别记为 CQ1、CQ2、...、CQ15, 当存在 15 个 CQ 队列时, 也存在 15 个 SP 单元 354, SP 单元 354 与 CQ 队列一一对应。

[104] 其中, 控制单元 351 在从第一通道获取到报文时, 即针对确定性流输出队列 348 中的报文, 可以确定该报文属于确定性流, 并将该报文发送给分类单元 352。控制单元 351 在从第二通道获取到报文时, 即针对尽力而为流输出队列 349 中的报文, 可以确定该报文属于尽力而为流, 并将该报文存储到 BEQ 队列。

[105] 其中, BEQ 队列是尽力而为缓存队列, 用于缓存尽力而为流的报文, 这些报文在 HQOS 调度单元 347 中已经完成调度。BEQ 队列中设计高低 2 级水线, 当 BEQ 队列中缓存的报文数量高于设定的高水线 (即第一预设阈值) 时, 则可以输出针对第二通道的流控信号。当 BEQ 队列中缓存的报文数量低于设定的低水线 (即第二预设阈值) 时, 则可以取消针对第二通道的流控信号。

[106] 在此基础上, 当存在针对第二通道的流控信号时, 发送 DMA340 不再通过第二通道发送报文, 也就是不将尽力而为流输出队列 349 中的报文发送给输出接口单元 35, 控制单元 351 也就不会得到尽力而为流输出队列 349 中的报文。当取消针对第二通道的流控信号时, 发送 DMA340 继续通过第二通道发送报文, 也就是将尽力而为流输出队列 349 中的报文发送给输出接口单元 35, 控制单元 351 能够得到尽力而为流输出队列 349 中的报文, 并将报文存储到 BEQ 队列。

[107] 其中, 分类单元 352 用于对确定性流的报文进行分流, 从而将报文存储到 CQ1~CQ15 中的某个 CQ 队列。由于一共存在 15 个 CQ 队列, 如 CQ1~CQ15, 因此, 针对确定性流的报文, 分类单元 352 需要确定这个报文属于哪个 CQ 队列, 并将该报文存储到这个 CQ 队列。比如说, 由于报文封装有 CQ 队列信息, 该 CQ 队列信息可以是队列标识等, 用于指示某个 CQ 队列, 因此, 分类单元 352 可以从报文中解析出 CQ 队列信息, 确定与该 CQ 队列信息对应的 CQ 队列, 将该报文存储到这个 CQ 队列, 如 CQ 队列信息对应 CQ5, 则将该报文存储到 CQ5。

[108] 其中, 周期选择单元 353 在时钟源 (Clock) 的控制下, 周期性给出选择信号, 相邻两个选择信号的长度为 CSQF 的一个调度周期。例如, 假设调度周期 1 与 CQ1 对应, 调度周期 2 与 CQ2 对应, 以此类推, 调度周期 15 与 CQ15 对应。

[109] 在此基础上, 在当前调度周期是调度周期 1 时, 则在调度周期 1 的起始时刻, 周期选择单元 353 向 CQ1 连接的 SP 单元 354 发送选择信号, 该 SP 单元 354 在接收到该选择信号后, 确定与当前调度周期对应的目标 CQ 队列是 CQ1, 从 CQ1 中读取报文, 并将读取的报文发送给 MAC 层转发单元 355。在调度周期 1 的结束时刻, 周期选择单元 353 向 CQ1 连接的 SP 单元 354 发送一个新的选择信号, 该 SP 单元 354 在接收到该选择信号之后, 可以停止发送报文。

[110] 在当前调度周期是调度周期 2 时, 则在调度周期 2 的起始时刻 (调度周期 2 的起始时刻是调度周期 1 的结束时刻), 周期选择单元 353 向 CQ2 连接的 SP 单元 354 发送选择信号, 该 SP 单元 354 在接收到该选择信号后, 确定与当前调度周期对应的目标 CQ 队列是 CQ2, 从 CQ2 中读取报文, 并将读取的报文发送给 MAC 层转发单元 355。在调度周期 2 的结束时刻, 周期选择单元 353 向 CQ2 连接的 SP 单元 354 发送一个新的选择信号, 以使该 SP 单元 354 停止发送报文。

[111] 以此类推, 在每个调度周期, 周期选择单元 353 可以向某个 SP 单元 354 发送选择信号, 以使该 SP 单元 354 基于该选择信号发送报文或停止发送报文。

[112] 其中, SP 单元 354 用于在选择信号的控制下, 按照优先级进行报文转发, 即先发送目标 CQ 队列中的报文, 在目标 CQ 队列中的报文被发送完成后, 若当前调度周期仍有剩余时间片, 则在剩余时间片内发送 BEQ 队列中的报文。

[113] 比如说, 假设当前调度周期是调度周期 n , 调度周期 n 与 CQ_n ($1 \leq n \leq 15$) 对应, 针对与 CQ_n 连接的 SP 单元 354, 该 SP 单元 354 在接收到选择信号之后, 确定目标 CQ 队列是 CQ_n , 从 CQ_n 中读取报文, 将读取的报文发送给 MAC 层转发单元 355。该 SP 单元 354 在接收到选择信号后, 还可以对计时器进行计时。

[114] 在 CQ_n 中报文被发送完成后, 若当前调度周期仍有剩余时间片, 则确定剩余时间片的长度, 剩余时间片的长度是调度周期的时长与计时器的计时时长之差。在得到剩余时间片的长度之后, 确定该剩余时间片能够发送的报文长度。

[115] 基于 BEQ 队列中一个报文的报文长度, 可以预先配置一个已配置长度, 如该已配置长度可以是 9600 字节, 9600 字节表示报文的规定长度。在此基础上, 若剩余时间片能够发送的报文长度大于该已配置长度, 则在当前调度周期的剩余时间片内, SP 单

元 354 从 BEQ 队列中读取报文, 将读取的报文发送给 MAC 层转发单元 355。若剩余时间片能够发送的报文长度不大于该已配置长度, 则在当前调度周期的剩余时间片内, SP 单元 354 不再发送 BEQ 队列中的报文。

5 [116] SP 单元 354 从 BEQ 队列中读取一个报文, 将读取的该报文发送给 MAC 层转发单元 355 之后, 若当前调度周期的剩余时间片能够发送的报文长度仍然大于该已配置长度, 则在当前调度周期的剩余时间片内, SP 单元 354 继续从 BEQ 队列中读取一个报文, 将读取的报文发送给 MAC 层转发单元 355, 以此类推。

10 [117] 假设调度周期 1 对应 CQ1, 在调度周期 1 从 CQ1 中取报文进行发送, 当 CQ1 中报文发空时, 根据调度周期的时长和计时器值计算剩余时间片, 如果剩余时间片能够发送一个设定长度 (如 9600 字节) 的报文, 则从 BEQ 队列中取出一个报文进行发送, 否则调度周期 1 不再发送报文, 等待下一个调度周期, 即调度周期 2。假设调度周期 2 对应 CQ2, 在调度周期 2 从 CQ2 中取报文进行发送, 当 CQ2 中报文发空时, 根据调度周期的时长和计时器值计算剩余时间片, 如果剩余时间片能够发送一个设定长度的报文, 则从 BEQ 队列中取出一个报文进行发送, 否则调度周期 2 不再发送报文, 等待下一个
15 调度周期, 以此类推。

[118] 示例性的, 如果当前正在发送 CQn 中的报文, 但当前调度周期的剩余时间片不够发送完 CQn 中的所有报文, 则在当前调度周期结束后, 可以继续发送 CQn 中的报文, 一直到送 CQn 中的报文发送完成, 才发送下一个 CQ 中的报文。

20 [119] 示例性的, 对于各 SP 单元 354 来说, SP 调度可以不采用帧抢占调度方式, 以简化实现, 当然, SP 调度也可以采用帧抢占调度方式, 在此不再赘述。

[120] 其中, MAC 层转发单元 355 用于在接收到报文之后, 向外部设备发送该报文。比如说, 在接收到 CQ 队列中的报文时, 向外部设备发送 CQ 队列中的报文, 在接收到 BEQ 队列中的报文时, 向外部设备发送 BEQ 队列中的报文。

25 [121] 由以上技术方案可见, 本申请实施例中, 能够保证确定性流转发不受尽力而为流转发的影响, 并保证尽力而为流转发和确定性流转发的相互兼容。基于 CSQF 实现广域确定性网络的报文传输, 实现确定性流与尽力而为流的共存, 便于实现共网和共路的全业务全融合。在确定性流预留带宽没有被确定性流量使用时, 能够被尽力而为流使用, 在拥塞产生时, 确定性流不受影响, 通过控制尽力而为流的数量解决拥塞情况。维持尽力而为流的 HQOS 调度, 但是, 不对确定性流实现 HQOS 调度。可以约束 SR 或 SRv6
30 承载确定性流, 确定性流可以为 IP 数据流。在网络设备的接收侧最前端尽快识别确定性流, 在网络设备中建立独立的数据管道或通路, 以保证确定性流不受尽力而为流的冲击。

[122] 本申请实施例中提出一种报文传输方法, 该方法可以应用于网络设备, 网络设备可以包括输出转发处理单元和输出接口单元, 参见图 6 所示, 为本申请实施例中提出的报文传输方法的流程示意图, 该方法可以包括:
35

[123] 步骤 601, 输出转发处理单元在获取到报文后, 若该报文属于确定性流, 则将该报文存储到确定性流输入队列; 针对确定性流输入队列中的每个报文, 确定该报文对应的封装信息, 该封装信息至少包括 CQ 队列信息, 基于该封装信息对该报文进行封装, 将封装后的报文存储到确定性流输出队列。

40 [124] 步骤 602, 输出接口单元从该确定性流输出队列中获取报文, 基于该报文对应的 CQ 队列信息, 将该报文存储到与该 CQ 队列信息对应的 CQ 队列。

[125] 步骤 603, 输出接口单元确定与当前调度周期对应的目标 CQ 队列, 在当前调度

周期内, 向外部设备发送该目标 CQ 队列中的报文。

[126] 在一种可能的实施方式中, 输出转发处理单元在获取到报文之后, 若该报文属于尽力而为流, 则将该报文存储到尽力而为流输入队列; 针对尽力而为流输入队列中的每个报文, 可以对该报文进行 HQOS 调度, 并将 HQOS 调度后的报文存储到尽力而为流输出队列。输出接口单元从该尽力而为流输出队列中获取报文, 并将该报文存储到 BEQ 队列。在此基础上, 输出接口单元在当前调度周期内, 向外部设备发送目标 CQ 队列中的报文之后, 若目标 CQ 队列中的报文被发送完成后, 当前调度周期仍有剩余时间片, 则输出接口单元在当前调度周期的剩余时间片内, 向外部设备发送该 BEQ 队列中的报文。

[127] 在一种可能的实施方式中, 网络设备还可以包括输入转发处理单元, 输入转发处理单元在获取到报文后, 若该报文属于确定性流, 则将该报文存储到确定性流输入队列; 若该报文属于尽力而为流, 则将该报文存储到尽力而为流输入队列; 其中, 确定性流输入队列对应的队列优先级高于尽力而为流输入队列对应的队列优先级, 以使输入转发处理单元优先对确定性流输入队列中的报文进行处理。输入转发处理单元对确定性流输入队列中的报文进行处理时, 若该报文包括 CQ 队列指示信息, 则确定该 CQ 队列指示信息对应的 CQ 队列, 否则, 基于该报文对应的时间戳确定该报文对应的 CQ 队列, 该时间戳表示网络设备接收到该报文的时间戳。输入转发处理单元在该报文中添加该 CQ 队列对应的 CQ 队列信息, 将报文发送给输出转发处理单元, 由输出转发处理单元获取该报文。

[128] 示例性的, 网络设备还包括内部交换单元。输入转发处理单元将确定性流输入队列中的报文发送给输出转发处理单元时, 在报文中添加高优先级标记, 将报文发送给内部交换单元, 以使内部交换单元基于高优先级标记将报文发送给输出转发处理单元。输入转发处理单元将尽力而为流输入队列中的报文发送给输出转发处理单元时, 在报文中添加低优先级标记, 将报文发送给内部交换单元, 以使内部交换单元基于低优先级标记将报文发送给输出转发处理单元。

[129] 在一种可能的实施方式中, 网络设备还可以包括输入接口单元, 输入接口单元从外部设备接收到报文后, 确定该报文属于确定性流或者尽力而为流; 若该报文属于确定性流, 则将该报文存储到确定性流输出队列, 若该报文属于尽力而为流, 则将该报文存储到尽力而为流输出队列。输入接口单元通过第三通道将确定性流输出队列中的报文发送给输入转发处理单元, 由输入转发处理单元从第三通道获取该报文; 其中, 输入转发处理单元确定自身从第三通道获取的报文属于确定性流。输入接口单元通过第四通道将尽力而为流输出队列中的报文发送给输入转发处理单元, 由输入转发处理单元从第四通道获取该报文; 其中, 输入转发处理单元确定自身从第四通道获取的报文属于尽力而为流。

[130] 本申请实施例中提出一种网络设备, 包括输出转发处理单元和输出接口单元。输出转发处理单元, 用于在获取到报文后, 若该报文属于确定性流, 则将该报文存储到确定性流输入队列; 针对确定性流输入队列中的每个报文, 确定该报文对应的封装信息, 封装信息至少包括 CQ 队列信息, 基于该封装信息对该报文进行封装, 将封装后的报文存储到确定性流输出队列。输出接口单元, 用于从确定性流输出队列中获取报文, 基于报文对应的 CQ 队列信息, 将报文存储到与该 CQ 队列信息对应的 CQ 队列。输出接口单元, 用于确定与当前调度周期对应的目标 CQ 队列, 在当前调度周期内向外部设备发送目标 CQ 队列中的报文。

[131] 在一种可能的实施方式中, 输出转发处理单元, 还用于在获取到报文之后, 若该报文属于尽力而为流, 则可以将该报文存储到尽力而为流输入队列; 针对尽力而为流

输入队列中的每个报文，可以对该报文进行 HQOS 调度，并将 HQOS 调度后的报文存储到尽力而为流输出队列。输出接口单元，还用于从尽力而为流输出队列中获取报文，并将该报文存储到 BEQ 队列。输出接口单元在当前调度周期内，向外部设备发送目标 CQ 队列中的报文之后还用于：若目标 CQ 队列中的报文被发送完成后，当前调度周期仍有剩余时间片，则在当前调度周期的剩余时间片内，向外部设备发送 BEQ 队列中的报文。

[132] 示例性的，网络设备还包括输入转发处理单元；输入转发处理单元，用于在获取到报文后，若该报文属于确定性流，则将该报文存储到确定性流输入队列；若该报文属于尽力而为流，则将该报文存储到尽力而为流输入队列；确定性流输入队列对应的队列优先级高于尽力而为流输入队列对应的队列优先级，以使输入转发处理单元优先对确定性流输入队列中的报文进行处理。输入转发处理单元，还用于在对确定性流输入队列中的报文进行处理时，若该报文包括 CQ 队列指示信息，则确定该 CQ 队列指示信息对应的 CQ 队列，否则，基于该报文对应的时间戳确定该报文对应的 CQ 队列，时间戳用于表示网络设备接收到该报文的时间戳。输入转发处理单元，还用于在该报文中添加该 CQ 队列对应的 CQ 队列信息，将报文发送给输出转发处理单元，由输出转发处理单元获取报文。

[133] 示例性的，网络设备还包括输入接口单元。输入接口单元，用于在从外部设备接收到报文后，确定该报文属于确定性流或者尽力而为流；若该报文属于确定性流，则将该报文存储到确定性流输出队列，若该报文属于尽力而为流，则将该报文存储到尽力而为流输出队列。输入接口单元，用于通过第三通道将确定性流输出队列中的报文发送给输入转发处理单元，由输入转发处理单元从第三通道获取该报文；其中，输入转发处理单元确定自身从第三通道获取的报文属于确定性流。输入接口单元，用于通过第四通道将尽力而为流输出队列中的报文发送给输入转发处理单元，由输入转发处理单元从第四通道获取该报文；其中，输入转发处理单元确定自身从第四通道获取的报文属于尽力而为流。

[134] 上述实施例阐明的系统、装置、模块或单元，具体可以由计算机芯片或实体实现，或者由具有某种功能的产品来实现。一种典型的实现设备为计算机，计算机的具体形式可以是个人计算机、膝上型计算机、蜂窝电话、相机电话、智能电话、个人数字助理、媒体播放器、导航设备、电子邮件收发设备、游戏控制台、平板计算机、可穿戴设备或者这些设备中的任意几种设备的组合。

[135] 为了描述的方便，描述以上装置时以功能分为各种单元分别描述。当然，在实施本申请时可以把各单元的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。

[136] 本领域内的技术人员应明白，本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本申请实施例可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

[137] 本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可以由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其它可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其它可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[138] 而且，这些计算机程序指令也可以存储在能引导计算机或其它可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或者多个流程和/或方框图一个方框或者多个方框中指定的功能。

5 [139] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其它可编程数据处理设备上，使得在计算机或者其它可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其它可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

10 [140] 以上所述仅为本申请的实施例而已，并不用于限制本申请。对于本领域技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的权利要求范围之内。

权利要求书

1、一种报文传输方法，其特征在于，应用于网络设备，所述网络设备至少包括输出转发处理单元和输出接口单元，所述方法包括：

所述输出转发处理单元在获取到报文后，若该报文属于确定性流，则将该报文存储到确定性流输入队列；针对所述确定性流输入队列中的每个报文，确定该报文对应的封装信息，所述封装信息至少包括周期队列 CQ 队列信息，基于所述封装信息对该报文进行封装，将封装后的报文存储到确定性流输出队列；

所述输出接口单元从所述确定性流输出队列中获取报文，基于该报文对应的 CQ 队列信息，将该报文存储到与该 CQ 队列信息对应的 CQ 队列；

所述输出接口单元确定与当前调度周期对应的目标 CQ 队列，在所述当前调度周期内，向外部设备发送所述目标 CQ 队列中的报文。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述输出转发处理单元在获取到报文后，若该报文属于尽力而为流，则将该报文存储到尽力而为流输入队列；针对尽力而为流输入队列中的每个报文，对该报文进行分层服务质量 HQOS 调度，将 HQOS 调度后的报文存储到尽力而为流输出队列；所述输出接口单元从所述尽力而为流输出队列中获取报文，并将该报文存储到尽力而为缓存队列 BEQ 队列；

所述输出接口单元在所述当前调度周期内，向外部设备发送所述目标 CQ 队列中的报文之后，所述方法还包括：若所述目标 CQ 队列中的报文被发送完成后，所述当前调度周期仍有剩余时间片，则所述输出接口单元在所述当前调度周期的剩余时间片内，向外部设备发送所述 BEQ 队列中的报文。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，

所述输出接口单元与所述输出转发处理单元之间存在第一通道和第二通道；

所述输出接口单元从所述确定性流输出队列中获取报文，包括：所述输出接口单元通过所述第一通道从所述确定性流输出队列中获取报文；

所述输出接口单元从所述尽力而为流输出队列中获取报文，包括：所述输出接口单元通过所述第二通道从所述尽力而为流输出队列中获取报文；

其中，在所述 BEQ 队列中的报文数量大于第一预设阈值时，所述输出接口单元输出针对所述第二通道的流控信号；在所述 BEQ 队列中的报文数量小于第二预设阈值时，所述输出接口单元取消针对所述第二通道的流控信号；当存在针对所述第二通道的流控信号时，暂停通过所述第二通道传输报文；

其中，所述第二预设阈值小于或等于所述第一预设阈值。

4、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述输出接口单元在所述当前调度周期的剩余时间片内，向外部设备发送所述 BEQ 队列中的报文，包括：

所述输出接口单元确定所述剩余时间片能够发送的报文长度，若所述报文长度大于已配置长度，则在所述当前调度周期的剩余时间片内，向外部设备发送所述 BEQ 队列中的一个报文；若所述报文长度不大于已配置长度，则在所述当前调度周期的剩余时间片内，停止向外部设备发送所述 BEQ 队列中的报文；

所述向外部设备发送所述 BEQ 队列中的一个报文之后，更新所述当前调度周期的剩余时间片，返回执行确定更新后的剩余时间片能够发送的报文长度。

5、根据权利要求 1-4 任一项所述的方法，其特征在于，

所述网络设备还包括输入转发处理单元，所述方法还包括：

所述输入转发处理单元在获取到报文后，若该报文属于确定性流，则将该报文存储到确定性流输入队列；或者，若该报文属于尽力而为流，则将该报文存储到尽力而为流输入队列；其中，所述确定性流输入队列对应的队列优先级高于所述尽力而为流输入队列对应的队列优先级，以使所述输入转发处理单元优先对所述确定性流输入队列中的报

文进行处理;

所述输入转发处理单元对所述确定性流输入队列中的报文进行处理时,若该报文包括 CQ 队列指示信息,确定该 CQ 队列指示信息对应的 CQ 队列,否则,基于该报文对应的时间戳确定该报文对应的 CQ 队列,所述时间戳表示所述网络设备接收到该报文的时间戳;在该报文中添加该 CQ 队列对应的 CQ 队列信息,将报文发送给输出转发处理单元,由所述输出转发处理单元获取该报文。

6、根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,所述输入转发处理单元基于该报文对应的时间戳确定该报文对应的 CQ 队列,包括:

所述输入转发处理单元基于该报文对应的转发信息查询出接口,并确定所述出接口对应的多个 CQ 队列,每个 CQ 队列对应一个调度周期;

所述输入转发处理单元基于该报文对应的时间戳,从所有调度周期中选取与该时间戳对应的调度周期,并确定该调度周期对应的 CQ 队列。

7、根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,

所述网络设备还包括内部交换单元,所述方法还包括:

所述输入转发处理单元将所述确定性流输入队列中的报文发送给输出转发处理单元时,在报文中添加高优先级标记,将报文发送给内部交换单元,以使所述内部交换单元基于所述高优先级标记将报文发送给输出转发处理单元;

所述输入转发处理单元将所述尽力而为流输入队列中的报文发送给输出转发处理单元时,在报文中添加低优先级标记,将报文发送给内部交换单元,以使所述内部交换单元基于所述低优先级标记将报文发送给输出转发处理单元。

8、根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,

所述网络设备还包括输入接口单元,所述方法还包括:

所述输入接口单元从外部设备接收到报文后,确定该报文属于确定性流或者尽力而为流;若该报文属于确定性流,则将该报文存储到确定性流输出队列,若该报文属于尽力而为流,则将该报文存储到尽力而为流输出队列;

所述输入接口单元通过第三通道将确定性流输出队列中的报文发送给输入转发处理单元,由输入转发处理单元从所述第三通道获取该报文;其中,所述输入转发处理单元确定自身从所述第三通道获取的报文属于确定性流;

所述输入接口单元通过第四通道将尽力而为流输出队列中的报文发送给输入转发处理单元,由输入转发处理单元从所述第四通道获取该报文;其中,所述输入转发处理单元确定自身从所述第四通道获取的报文属于尽力而为流。

9、根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,

所述输入接口单元确定该报文属于确定性流或者尽力而为流,包括:

所述输入接口单元从该报文中解析出流特征;若所述流特征与已配置的访问控制列表 ACL 中的确定性流特征匹配,则确定该报文属于确定性流,若所述流特征与所述 ACL 中的确定性流特征不匹配,则确定该报文属于尽力而为流;

其中,所述 ACL 包括至少一个确定性流特征。

10、根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,所述输入接口单元通过第三通道将确定性流输出队列中的报文发送给输入转发处理单元,通过第四通道将尽力而为流输出队列中的报文发送给输入转发处理单元,包括:

所述输入接口单元优先从所述确定性流输出队列中获取报文,并通过第三通道将获取的报文发送给所述输入转发处理单元;

在所述确定性流输出队列中的所有报文获取完成后,从所述尽力而为流输出队列中获取报文,通过第四通道将获取的报文发送给输入转发处理单元。

11、一种网络设备,其特征在于,包括输出转发处理单元和输出接口单元;

所述输出转发处理单元,用于在获取到报文后,若该报文属于确定性流,将该报文

存储到确定性流输入队列；针对所述确定性流输入队列中的每个报文，确定该报文对应的封装信息，所述封装信息至少包括周期队列 CQ 队列信息，基于所述封装信息对该报文进行封装，将封装后的报文存储到确定性流输出队列；

5 所述输出接口单元，用于从所述确定性流输出队列中获取报文，基于该报文对应的 CQ 队列信息，将该报文存储到与该 CQ 队列信息对应的 CQ 队列；

所述输出接口单元，用于确定与当前调度周期对应的目标 CQ 队列，在所述当前调度周期内，向外部设备发送所述目标 CQ 队列中的报文。

12、根据权利要求 11 所述的网络设备，其特征在于，

10 所述输出转发处理单元，还用于在获取到报文后，若该报文属于尽力而为流，则将该报文存储到尽力而为流输入队列；针对尽力而为流输入队列中的每个报文，对该报文进行分层服务质量 HQOS 调度，并将 HQOS 调度后的报文存储到尽力而为流输出队列；所述输出接口单元，还用于从所述尽力而为流输出队列中获取报文，并将该报文存储到尽力而为缓存队列 BEQ 队列；

15 所述输出接口单元在所述当前调度周期内，向外部设备发送所述目标 CQ 队列中的报文之后还用于：若所述目标 CQ 队列中的报文被发送完成后，所述当前调度周期仍有剩余时间片，则在所述当前调度周期的剩余时间片内，向外部设备发送所述 BEQ 队列中的报文。

13、根据权利要求 11 或 12 所述的网络设备，其特征在于，

所述网络设备还包括输入转发处理单元；

20 所述输入转发处理单元，用于在获取到报文后，若该报文属于确定性流，则将该报文存储到确定性流输入队列；或者，若该报文属于尽力而为流，则将该报文存储到尽力而为流输入队列；其中，所述确定性流输入队列对应的队列优先级高于所述尽力而为流输入队列对应的队列优先级，以使所述输入转发处理单元优先对所述确定性流输入队列中的报文进行处理；

25 所述输入转发处理单元，还用于在对所述确定性流输入队列中的报文进行处理时，若该报文包括 CQ 队列指示信息，则确定该 CQ 队列指示信息对应的 CQ 队列，否则，基于该报文对应的时间戳确定该报文对应的 CQ 队列，所述时间戳用于表示所述网络设备接收到该报文的时间戳；

30 所述输入转发处理单元，还用于在该报文中添加该 CQ 队列对应的 CQ 队列信息，将报文发送给输出转发处理单元，由所述输出转发处理单元获取该报文。

35 14、根据权利要求 13 所述的网络设备，其特征在于，所述输入转发处理单元基于该报文对应的时间戳确定该报文对应的 CQ 队列时具体用于：基于该报文对应的转发信息查询出接口，并确定所述出接口对应的多个 CQ 队列，每个 CQ 队列对应一个调度周期；基于该报文对应的时间戳，从所有调度周期中选取与该时间戳对应的调度周期，并确定该调度周期对应的 CQ 队列。

15、根据权利要求 13 所述的网络设备，其特征在于，

所述网络设备还包括输入接口单元；

40 所述输入接口单元，用于在从外部设备接收到报文后，确定该报文属于确定性流或者尽力而为流；若该报文属于确定性流，则将该报文存储到确定性流输出队列，若该报文属于尽力而为流，则将该报文存储到尽力而为流输出队列；

所述输入接口单元，用于通过第三通道将确定性流输出队列中的报文发送给输入转发处理单元，由输入转发处理单元从所述第三通道获取该报文；其中，所述输入转发处理单元确定自身从第三通道获取的报文属于确定性流；

45 所述输入接口单元，用于通过第四通道将尽力而为流输出队列中的报文发送给输入转发处理单元，由输入转发处理单元从所述第四通道获取该报文；其中，所述输入转发处理单元确定自身从第四通道获取的报文属于尽力而为流。

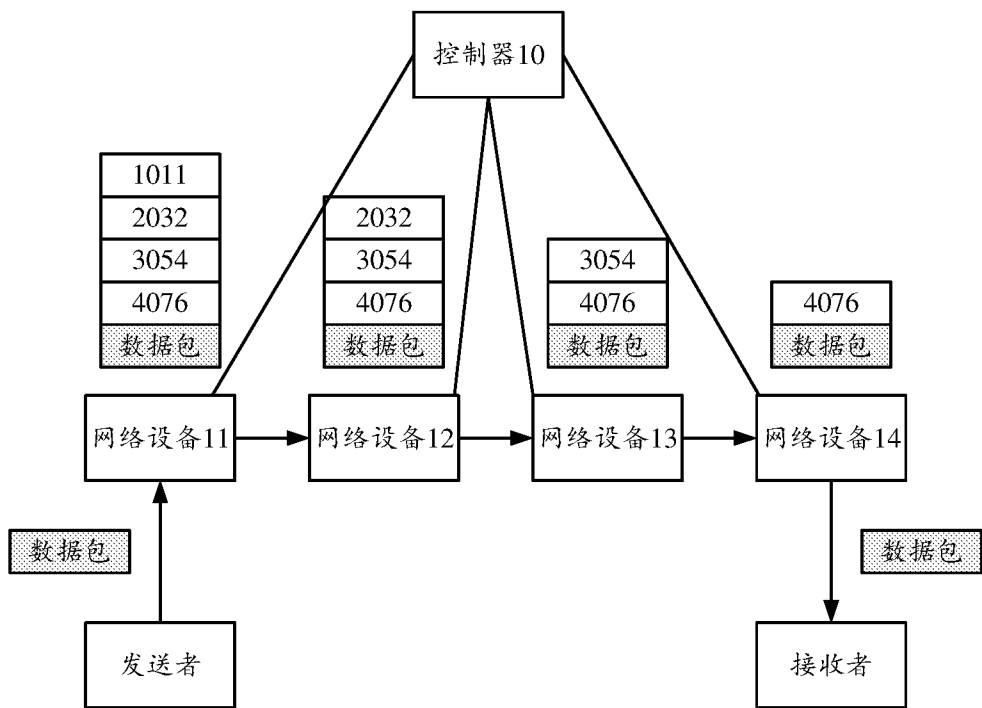


图 1

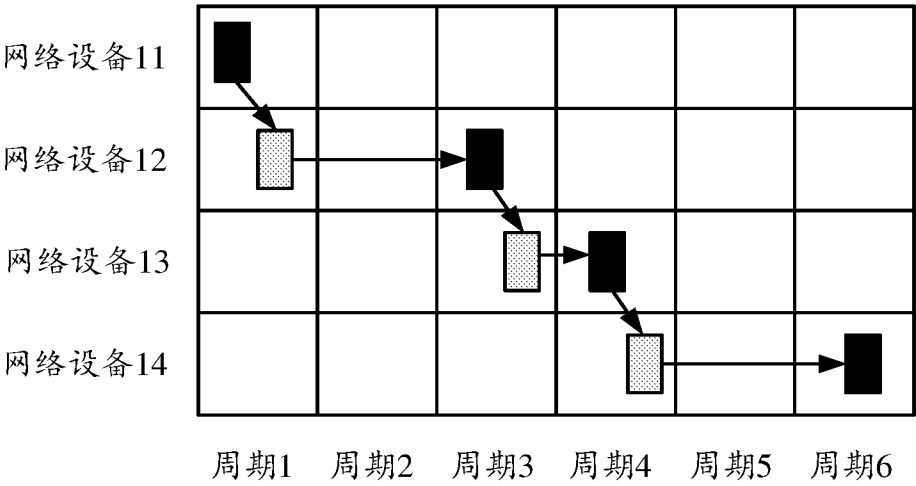
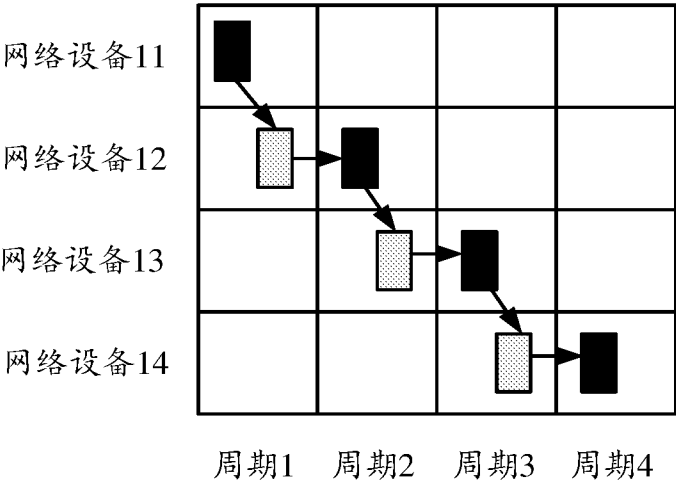


图 2

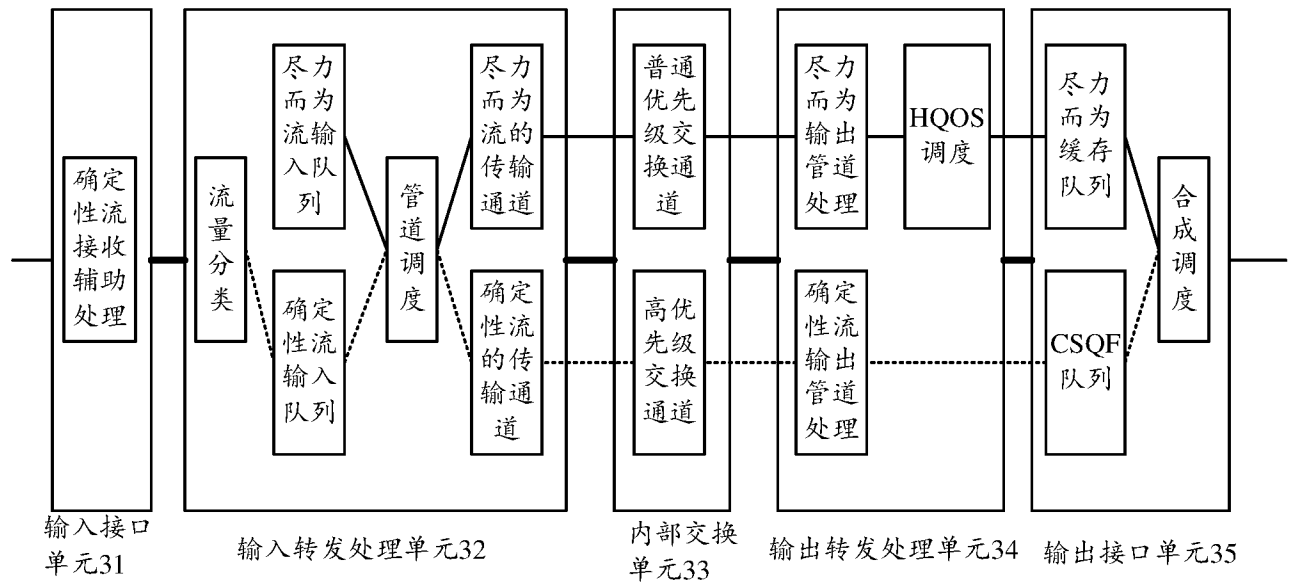


图 3

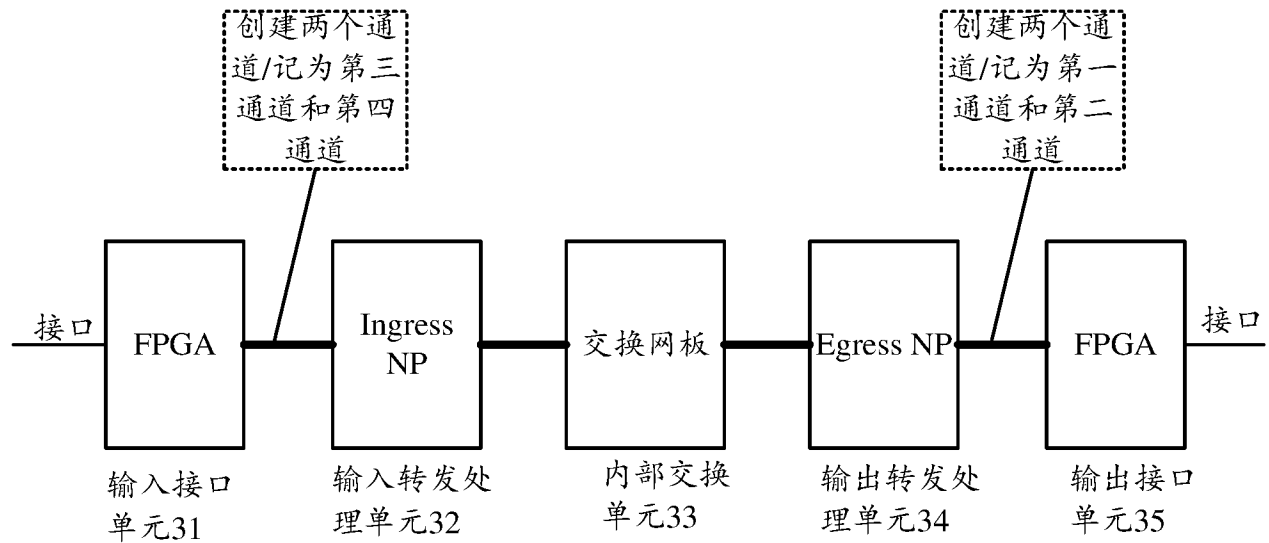


图 4A

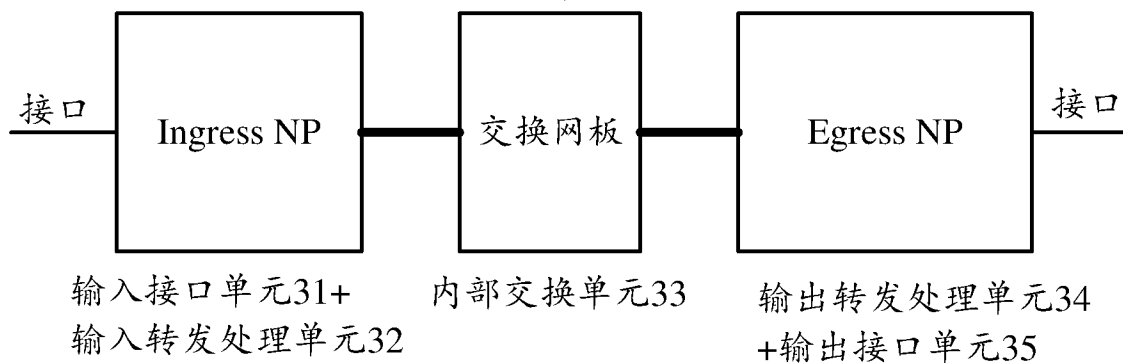


图 4B

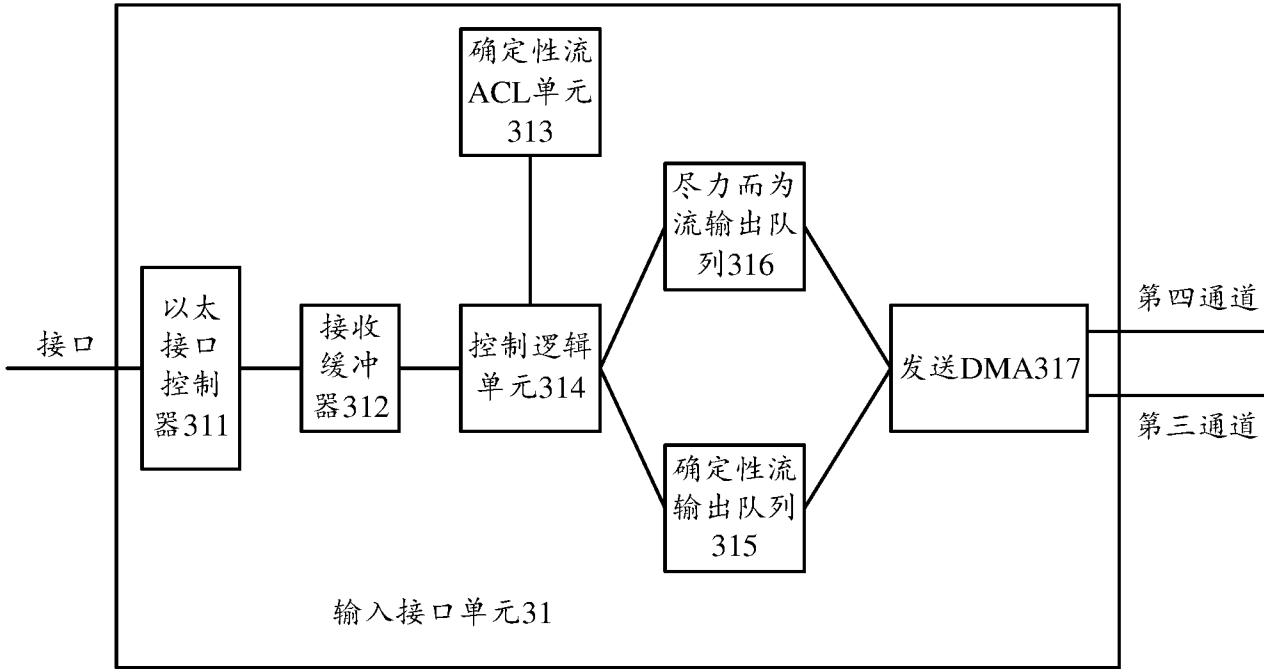


图 5A

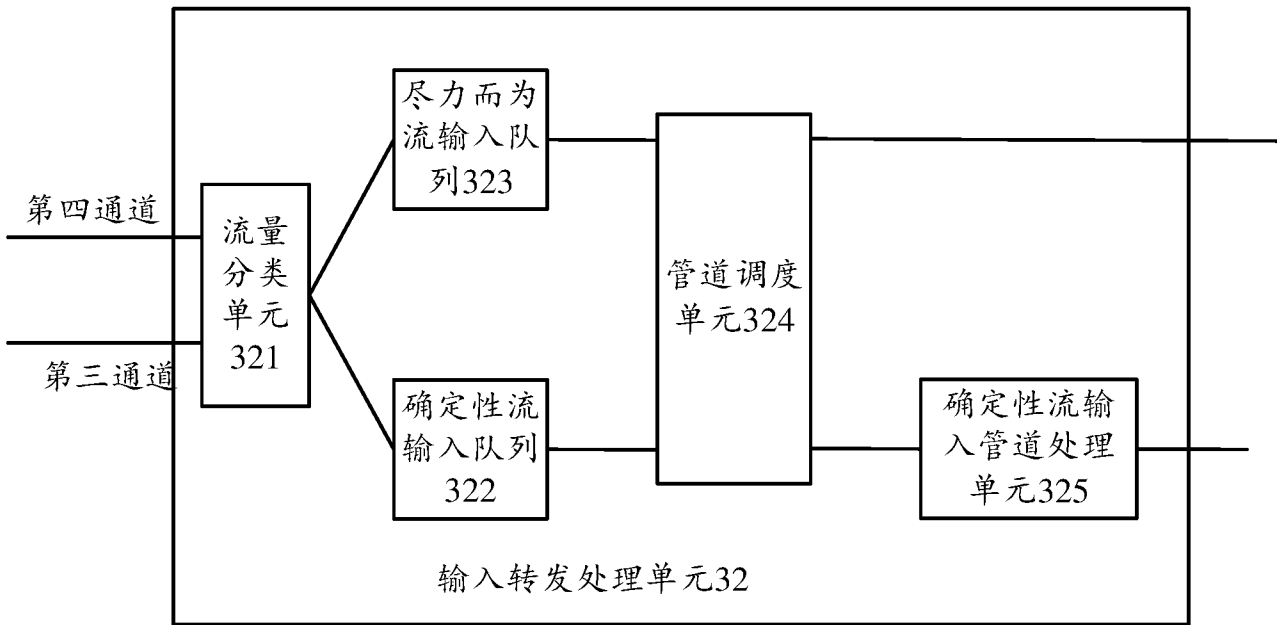


图 5B

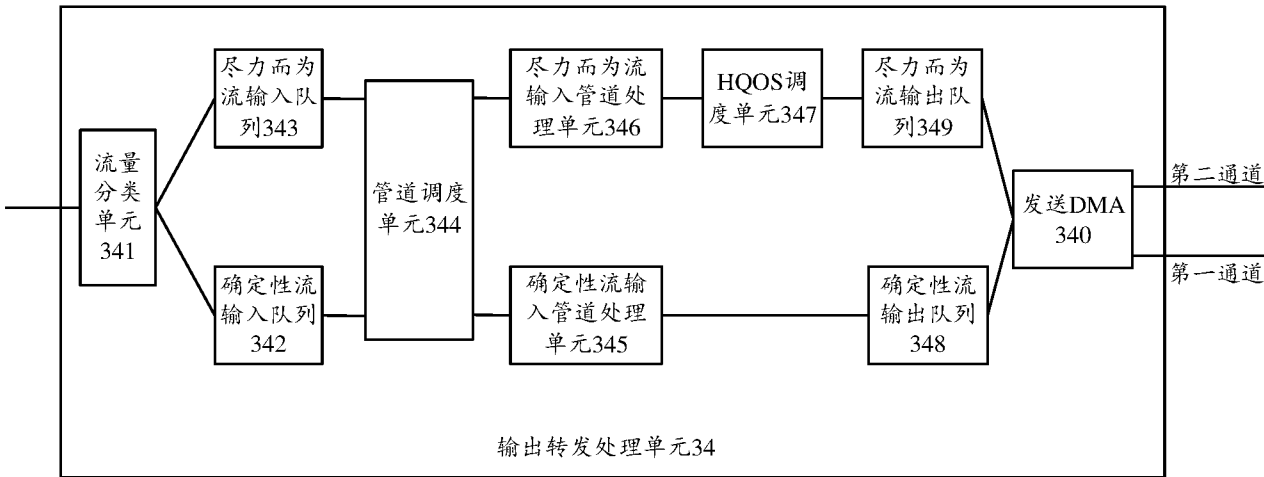


图 5C

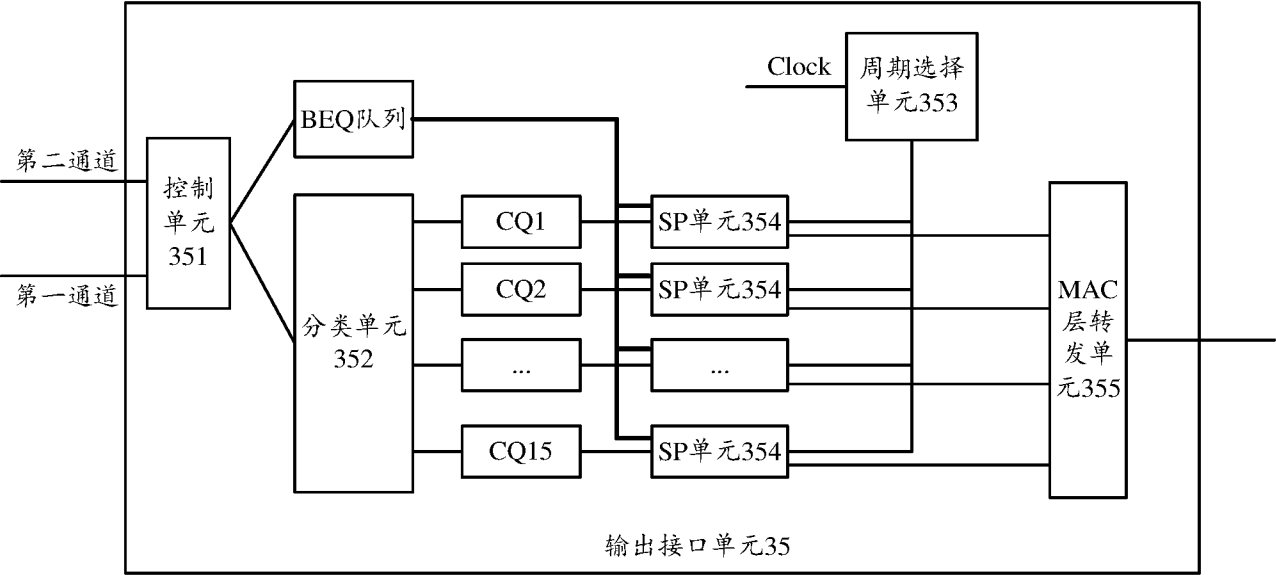


图 5D

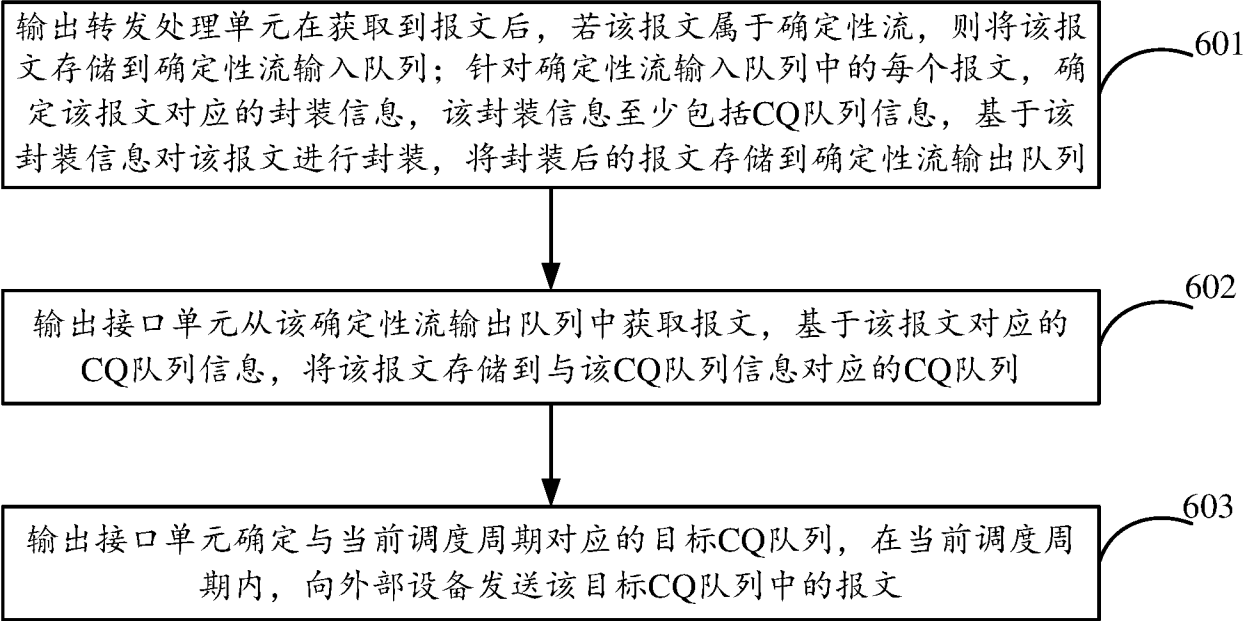


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/142637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 47/24(2022.01)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)

H04W; H04Q7/-; H04M; H04L; H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, CNABS, CNKI, WPABS, VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, 3GPP: 报文, 传输, 转发, 排队, 队列, 确定性, 调度流, 时间敏感, 周期, 尽力而为, transmi+, forward+, queu+, determinist+, Scheduled Traffic, ST, time sensitive, TS, CQ, CQF, Cyclic Queuing, BEQ, BE, BestEffort, Best Effort, st-Effort, TSN, CSQF

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 112995064 A (PENG CHENG LABORATORY) 18 June 2021 (2021-06-18) description, paragraphs [0019]-[0067], and figures 1-6	1-15
A	CN 113366805 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 07 September 2021 (2021-09-07) entire document	1-15
A	CN 113382442 A (RESEARCH INSTITUTE OF CHINA MOBILE COMMUNICATIONS CORPORATION et al.) 10 September 2021 (2021-09-10) entire document	1-15
A	CN 112737979 A (XIDIAN UNIVERSITY) 30 April 2021 (2021-04-30) entire document	1-15
A	CN 113708903 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 26 November 2021 (2021-11-26) entire document	1-15
A	CN 112585914 A (NEW H3C TECHNOLOGIES CO., LTD.) 30 March 2021 (2021-03-30) entire document	1-15



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

31 August 2022

Date of mailing of the international search report

06 September 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/142637

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	112995064	A	18 June 2021	None	
CN	113366805	A	07 September 2021	None	
CN	113382442	A	10 September 2021	None	
CN	112737979	A	30 April 2021	None	
CN	113708903	A	26 November 2021	None	
CN	112585914	A	30 March 2021	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/142637

A. 主题的分类 H04L 47/24 (2022.01) 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) H04W; H04Q7/-; H04M; H04L; H04B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNTXT, CNABS, CNKI, WPABS, VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, 3GPP: 报文, 传输, 转发, 排队, 队列, 确定性, 调度流, 时间敏感, 周期, 尽力而为, transmi+, forward+, queu+, determinist+, Scheduled Traffic, ST, time sensitive, TS, CQ, CQF, Cyclic Queuing, BEQ, BE, BestEffort, Best Effort, st-Effort, TSN, CSQF				
C. 相关文件				
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求		
X	CN 112995064 A (鹏城实验室) 2021年6月18日 (2021 - 06 - 18) 说明书第【0019】-【0067】段, 图1-6	1-15		
A	CN 113366805 A (华为技术有限公司) 2021年9月7日 (2021 - 09 - 07) 全文	1-15		
A	CN 113382442 A (中国移动通信有限公司研究院等) 2021年9月10日 (2021 - 09 - 10) 全文	1-15		
A	CN 112737979 A (西安电子科技大学) 2021年4月30日 (2021 - 04 - 30) 全文	1-15		
A	CN 113708903 A (北京邮电大学) 2021年11月26日 (2021 - 11 - 26) 全文	1-15		
A	CN 112585914 A (新华三技术有限公司) 2021年3月30日 (2021 - 03 - 30) 全文	1-15		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。				
<table><tr><td>* 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</td><td>“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</td></tr></table>			* 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
* 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 2022年8月31日		国际检索报告邮寄日期 2022年9月6日		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 白秀梅 电话号码 86-(010)-62412035		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/142637

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	112995064	A	2021年6月18日	无	
CN	113366805	A	2021年9月7日	无	
CN	113382442	A	2021年9月10日	无	
CN	112737979	A	2021年4月30日	无	
CN	113708903	A	2021年11月26日	无	
CN	112585914	A	2021年3月30日	无	