

(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
2022 年 5 月 12 日 (12.05.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/095669 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 12/863 (2013.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/123502

(22) 国际申请日: 2021 年 10 月 13 日 (13.10.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011233487.X 2020 年 11 月 6 日 (06.11.2020) CN

(71) 申请人: 中国移动通信有限公司研究院 (CHINA MOBILE COMMUNICATION CO., LTD RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国北京市西城区宣武门西大街 32 号, Beijing 100053 (CN)。
中国移动通信集团有限公司 (CHINA MOBILE COMMUNICATIONS GROUP CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市西城区金融大街 29 号, Beijing 100032 (CN)。

(72) 发明人: 杜宗鹏 (DU, Zongpeng); 中国北京市西城区宣武门西大街 32 号, Beijing 100053 (CN)。

刘鹏 (LIU, Peng); 中国北京市西城区宣武门西大街 32 号, Beijing 100053 (CN)。

(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司 (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路 21 号中关村知识产权大厦 B 座 2 层, Beijing 100080 (CN)。

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

(54) Title: COMMUNICATION SCHEDULING METHOD AND APPARATUS, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种通信调度方法、装置和存储介质

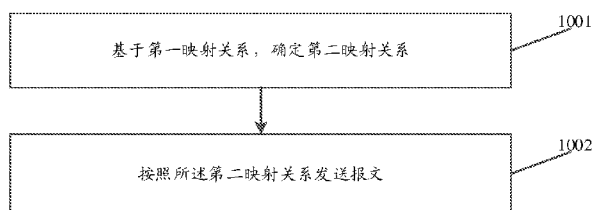


图 10

- 1001 On the basis of a first mapping relationship, determine a second mapping relationship
1002 Send a message according to the second mapping relationship

(57) Abstract: The present application discloses a communication scheduling method and apparatus, and a storage medium. Said method comprises: on the basis of a first mapping relationship, determining a second mapping relationship; and sending a message according to the second mapping relationship. The corresponding mapping relationship comprises a queue mapping relationship corresponding to each period of at least one period, and the queue mapping relationship is used for determining a sending queue corresponding to each receiving queue of at least one receiving queue within the corresponding period.

(57) 摘要: 本申请公开了一种通信调度方法、装置和存储介质, 包括: 基于第一映射关系, 确定第二映射关系; 按照所述第二映射关系发送报文; 相应映射关系包括至少一个周期中每个周期对应的队列映射关系; 所述队列映射关系用于确定相应周期内至少一个接收队列中每个所述接收队列对应的发送队列。

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))。

一种通信调度方法、装置和存储介质

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 202011233487.X、申请日为 2020 年 11 月 06 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请涉及网络领域，尤其涉及一种通信调度方法、装置和存储介质。

背景技术

在未来第五代移动通信（B5G，Beyond5thGeneration）/第六代移动通信（6G，6th Generation）的特定场景中，如工业控制、远程医疗、全息通信等提出了严格的确定性服务能力要求、传统 IP 转发无法满足。因此，确定性互联网协议（DIP，Deterministic IP）网络是未来网络的一个重要发展趋势，对 DIP 网络的报文调度提出了要求。

发明内容

有鉴于此，本申请的主要目的在于提供一种通信调度方法、装置和存储介质。

为达到上述目的，本申请的技术方案是这样实现的：

本申请实施例提供了一种通信调度方法，所述方法包括：

基于第一映射关系，确定第二映射关系；

按照所述第二映射关系发送报文；

相应映射关系包括至少一个周期中每个周期对应的队列映射关系；

所述队列映射关系用于确定相应周期内至少一个接收队列中每个所述

接收队列对应的发送队列。

较佳地，所述基于第一映射关系，确定第二映射关系，包括：

修改所述第一映射关系中相应周期内每个所述接收队列对应的发送队列，得到所述第二映射关系。

5 较佳地，所述方法还包括：

确定满足以下至少一个要求时，基于第一映射关系确定第二映射关系：
到达预定调整时间；

第一场景；所述第一场景为接收队列接收报文时，所述接收队列对应的发送队列同时需发送报文，且所述接收队列接收的报文需在当前发送周期发出；
10

第二场景；所述第二场景为发送队列发送报文时，所述发送队列对应的接收队列同时需接收报文，且所述接收队列接收的报文需等待下一个发送周期内由所述发送队列发出。

较佳地，所述基于第一映射关系确定第二映射关系，包括：

15 相应于第一场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二发送队列；所述第二发送队列为所述第一发送队列的后一队列；

相应于第二场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二发送队列；所述第二发送队列为所述第一发送队列的前一队列。

较佳地，相应映射关系，包括：至少三个周期中每个周期对应的队列
20 映射关系；

所述周期的数量与所述发送队列的数量相关；

所述周期的数量与所述接收队列的数量相关。

较佳地，所述队列映射关系，包括：映射模式；

所述映射模式表征确定每个所述接收队列对应的发送队列的模式。

25 较佳地，所述映射模式的数量与所述周期的数量相关；

所述周期的数量为三时，所述映射模式包括：加一模式、加二模式、加三模式；

所述周期的数量为四时，所述映射模式包括：加一模式、加二模式、加三模式、加四模式。

5 本申请实施例提供一种通信调度装置，所述装置包括：

处理模块，配置为基于第一映射关系，确定第二映射关系；

通信模块，配置为按照所述第二映射关系发送报文；

其中，相应映射关系包括至少一个周期中每个周期对应的队列映射关系；

10 所述队列映射关系用于确定相应周期内至少一个接收队列中每个所述接收队列对应的发送队列。

较佳地，所述处理模块，配置为修改所述第一映射关系中相应周期内每个所述接收队列对应的发送队列，得到所述第二映射关系。

较佳地，所述处理模块，配置为确定满足以下至少一个要求时，基于
15 第一映射关系确定第二映射关系：

到达预定调整时间；

第一场景；所述第一场景为接收队列接收报文时，所述接收队列对应的发送队列同时需发送报文，且所述接收队列接收的报文需在当前发送周期发出；

20 第二场景；所述第二场景为发送队列发送报文时，所述发送队列对应的接收队列同时需接收报文，且所述接收队列接收的报文需等待下一个发送周期内由所述发送队列发出。

较佳地，所述处理模块，配置为相应于第一场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二发送队列；所述第二发送队列为所述第一
25 发送队列的后一队列；

相应于第二场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二发送队列；所述第二发送队列为所述第一发送队列的前一队列。

较佳地，相应映射关系，包括：至少三个周期中每个周期对应的队列映射关系；

5 所述周期的数量与所述发送队列的数量相关；

所述周期的数量与所述接收队列的数量相关。

较佳地，所述队列映射关系，包括：映射模式；

所述映射模式表征确定每个所述接收队列对应的发送队列的模式。

较佳地，所述映射模式的数量与所述周期的数量相关；

10 所述周期的数量为三时，所述映射模式包括：加一模式、加二模式、加三模式；

所述周期的数量为四时，所述映射模式包括：加一模式、加二模式、加三模式、加四模式。

15 本申请实施例提供一种通信调度装置，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述程序时实现以上任一项所述通信调度方法的步骤。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现以上任一项所述通信调度方法的步骤。

20 本申请实施例所提供的一种通信调度方法、装置和存储介质，所述方法包括：基于第一映射关系，确定第二映射关系；按照所述第二映射关系发送报文；相应映射关系包括至少一个周期中每个周期对应的队列映射关系；所述队列映射关系用于确定相应周期内至少一个接收队列中每个所述接收队列对应的发送队列；如此，从问题状态下的第一映射关系调度到稳
25 定状态下的第二映射关系，通过实现对映射关系的调整，保证数据包在合

适的周期内进行传送。

附图说明

图 1 为一种现有 IP 的调度机制与 DIP 调度机制的关系；

图 2 为一种 CQF 调度方法的示意图；

5 图 3 为一种 CQF 的转发时延效果图；

图 4 为一种二队列场景下 CQF 调度方法的示意图；

图 5 为一种三队列场景下 CQF 调度方法的示意图；

图 6 为一种 DIP 的调度方法的示意图；

图 7 为一种 DIP 的调度方法应用的示意图；

10 图 8 为一种 DIP 的本地接口的循环队列的示意图；

图 9 (a) 为一种由于下游节点时钟频率相对于上游节点略高导致的误差产生的示意图；

图 9 (b) 为一种由于下游节点时钟频率相对于上游节点略低导致的误差产生的示意图；

15 图 10 为本申请实施例提供的一种通信调度方法的流程示意图；

图 11 为本申请实施例提供的一种传输异常发生的示意图；

图 12 为本申请实施例提供的一种针对问题场景的通信调度方法的示意图；

图 13 为本申请实施例提供的另一种传输异常发生的示意图；

20 图 14 为本申请实施例提供的另一种针对问题场景的通信调度方法的示意图；

图 15 为本申请实施例提供的异步 DIP 的分析的示意图；

图 16 为本申请实施例提供的一种状态描述的示意图；

图 17 为本申请实施例提供的另一种状态描述的示意图；

25 图 18 为本申请实施例提供的一种通信调度装置的结构示意图；

图 19 为本申请实施例提供的另一种通信调度装置的结构示意图。

具体实施方式

以下结合实施例对本申请再作进一步的说明。

如上所述，DIP 是未来网络的一个重要发展趋势。由于传统的 IP 报文
5 基于统计复用，尽力而为，时延、带宽、丢包等服务级别协议（SLA，Service Level Agreement）指标无法承诺；对于 5G/6G 的特定场景，提出了严格的确定性服务能力要求、传统 IP 转发无法满足。例如：远程医疗要求端到端时延小于 50ms，抖动小于 200us；智能电网场景为保证继电保护的准确性，单向时间的差别需要小于 200us，抖动小于 50us。

10 相关技术中，通过电气和电子工程师协会（IEEE，Institute of Electrical and Electronics Engineers）标准化的时间敏感网络（TSN，Time Sensitive Networking）技术提供一系列的拥塞控制、队列调度的标准，但是其本身是按照以太网（Ethernet）局域网络设计的，一些时间同步、逐流识别等前提在大网上不现实，可扩展性，可维护性是三层（L3，Layer3）网络实现确
15 定性的最大挑战。

为此，相关技术中提出过一种基于周期调度 DIP 的思路，以希望能提供大规模骨干网的确定性，但是缺乏部署实践，在维护方便等方面存在一些问题。如图 1 所示，基于现有 IP 的调度技术和 TSN 的相关机制，提出 DIP 机制。

20 为对现有技术中的 DIP 机制进行说明，以下先对相关技术中的循环队列转发（CQF，Cyclic queuing and forwarding）进行说明。CQF 为相关技术中应用于确定性网络的一种队列管理的方法。

802.1Qbv 定义的时间感知整形器（TAS，Time-Aware Shaper）中，每个队列增加了 1 个门控，只有对应的门打开，该队列才被允许发送分组报
25 文。门的打开和关闭通过一个循环的调度表来控制，例如某个时间窗 1，表

项数据为 00000001，代表这个时间窗最后一个队列打开，其他队列关闭。这种方案的优点在于，在一些流比较简单的场景，通过精确的规划，TAS 机制能达到苛刻时延要求的数据流（Critical 流）的最短传输时延。然而，也存在一定问题：上述方案要求全网设备时间同步，每个新的 Critical 流进入，都需要重新全网规划工作计划（schedule）。

图 2 为一种 CQF 调度方法的示意图；如图 2 所示，例如，可以仅采用两个队列循环，假设分别为队列（queue）2 和队列 3（或者队列 4 和队列 5）；队列 2 和队列 3 交替的打开和关闭，当队列 2 打开传送数据时，队列 3 会关闭并且接收数据，之后队列 3 打开传送数据，队列 2 关闭并且接收数据。在这种机制中，Critical 流的帧会一段一段地发送（或称为一个周期（cycle）一个周期地发送），如图中白色的帧，它们必须在确定的时间窗到达，并且进入特定队列（图中的队列 2 或队列 4），在相同的时间窗里，队列 3 或者队列 5 需要完成发送，如此，整个机制才能正常运行。如果链路时延和处理时延相对于周期时长是可以忽略的，那么对一个特定的 Critical 流，这个机制使用两个缓冲（Buffer）即可（例如只有图中的队列 2 和队列 3），否则这个机制需要使用更多的队列（例如图中的队列 2 和队列 3、队列 4 和队列 5）。如果是网络中的设备都支持 CQF，那么 Critical 流的报文可以在网络边缘节点进入一个周期，之后每经过一个中间节点停留约一个周期的时间，从而，Critical 流的报文可以得到确定性的转发，在一个固定的周期到达对端网络边缘节点。在 CQF 的机制中，从每个报文的角度看，每跳停留的时间在一个周期左右，但是从整体 CQF 系统上看，一段接收周期的报文集合，在每个节点的整体时延是一个周期。可结合图 3 所示，图 3 为 CQF 的转发时延效果的示意图，图 3 中阴影是转发的效果图，二队列时实际在周期 i 发送的一波报文，要求在周期 i 到达下游。

CQF 的运用效果为：CQF 将时间划分为周期序列，每个周期长度为 t 。

假设有三个网桥（即网络节点）A、B和C，其中，B是A的下游，C是B的下游。CQF要求A在第*i*个周期内发出的帧，被B在第*i+1*个周期内转发，进而被C在第*i+2*个周期内转发，依此类推。这样，A发出的帧到B转发该帧可能的最大时间间隔接近 $2t$ ，最小可能时间间隔接近于0；到达C，最大的时间间隔接近 $3t$ ，最小可能的时间接近于 t 。如此，传输过程中的时延(delay)，与跳数(N)&周期(t)相关，时延大致为： $(N-1)*t < \text{delay} < (N+1)*t$ ；产生的抖动在一个周期左右，表现为一个报文一旦进入A，则出C的时刻必然是某个周期，但前提是每个网络节点运行正常。因此，上述CQF适用于相对于周期时长，链路时延可以忽略的场景。

综上所述，CQF的方案存在以下问题：

需要全网的设备时间同步；不同的业务的周期长度需求不同，不好整合，端到端时延要求低，则要求更短的周期长度，而周期长度短，则一个周期放入的报文数量有限，支持的业务数量就受限；不适合于长距离链路，长距离链路会降低网络资源利用率。

相关技术中提供一种CQF的具体实现方法。例如，采用两个队列：队列1（记做queue1）和队列2（记做queue2），在奇数周期（如第1、3、5等周期）间隔(cycle interval)期间，queue1接收数据包（但不发送），queue2将此此前偶数周期（如第2、4、6等周期）间隔期间收到的数据包全部发送出去（不接收任何数据包）；在偶数周期间隔期间，queue2从入端口接收数据包（不发送），queue1发送此前一个奇数周期间隔期间收到的数据包全部发送出去（不接收数据包），如此循环进行。

以下提供二队列场景下CQF的方案和三队列场景下CQF的方案。

图4为一种二队列场景下CQF调度方法的示意图；如图4所示，在可忽略传播时延的情况下，在一个时间同步的网络中，报文在*i*周期到达节点3，*i+1*周期发出，单节点时延(delay)= t （上限、即周期时长）。此时假设

报文的发出时间是 t_a ($t_i < t_a < t_{i+1}$), 链路时延 d ($0 < d < t$, 且 d 可以忽略), 则到达时间为 $t_a + d$ ($t_i < t_a + d < t_{i+1}$)。

循环队列: 需要两个队列, 节点 3 出口时间窗的循环方式是: 01、10、01、...; a 周期中队列 1 收队列 2 发, b 周期中队列 1 发队列 2 收 (相对的, 在节点 1 出口, a 周期中队列 1 发队列 2 不发)。

对报文转发举例说明, 节点 1 接入流量 1 后进行整形, 在第一种周期 (图中用 a 周期表示) 由 queue1 出; 节点 2 接入流量 2 后进行整形, 在 a 周期由 queue1 发出; 节点 3 在端口 1 和端口 2, a 周期由 queue1 收到流量 1、流量 2, 并且在下一个周期在端口 3 发出流量 1 和流量 2 (端口 3 会暂时性的阻塞流量 1 和流量 2, 并在下一周期发出)。

如果在 a 周期 queue1 收流量时, 同时收到第二种周期 (图中用 b 周期表示) 的报文 (且能识别), 则会丢弃。

对于同一个周期队列 1 发的报文会汇聚, 相关的资源也应足够 (即每个端口上的各个周期的报文总的发送时间不应超过周期长度);

入口侧的效果: 业务在边缘节点, 例如节点 1 和节点 2, 有两种选择, 选择 a 周期由 queue1 发, 或者 b 周期由 queue2 发, 一旦选定, 并且路径确定, 则中间节点, 例如, 节点 3 上的对应周期即可确定, 按照循环交替发送, 出口节点 (如节点 3) 的周期也被确定。

图 5 为一种三队列场景下 CQF 调度方法的示意图; 如图 5 所示, 对于传播时延较长的情况, 但最长也不超过 1 个 t , 那么报文在 i 和 $i+1$ 周期到达 B, $i+2$ 周期发出, 单节点 $\text{delay} = 2t$ (上限)。

此时假设报文的发出时间是 t_a ($t_i < t_a < t_{i+1}$), 时延 d ($0 < d < t$), 则到达 $t_a + d$ ($t_i < t_a + d < t_{i+1} + t$)。

循环队列: 需要三个队列, 两个收, 一个发, 节点 3 时间窗的循环方式是: 010、001、100、010、001、100、010、001... , 如此循环, 其中 0

代表收数据，1 代表发数据。

图 5 中示例中，假设，10 公里的情况下，光纤时延是 50us，如果此时的周期长度是 100us，则满足光纤链路时延 (d) < 周期时长 (t)，但是 d 相对于 t 不能忽略。图中， r 指的是接收 (receive)， $send(flag1)$ 指的是发送的 queue1，已经收集齐了一个周期的报文（源头上是接收 queue2（可以看作报文的入口）发送过来的），在周期 a 执行发送操作，且能够发完；

正常情况下此时发送 queue1 和接收 queue2 不会收到报文；此时，周期 b、周期 c，queue2 执行收报文操作，分别收齐第一部分 flag1 报文和第二部分的 flag1 报文。而 $r\ flag2(part1)$ 指的是在收第一部分 flag1 报文的时候，接收处是 queue2 收到的报文，上游节点 1 发送周期是 2 周期(标记为 flag2)，queue2 收到之后，会根据节点 3 的映射关系，修改 flag 为 1，同时发送给对应发送 queue1。

在 CQF 调度方法的基础上，进一步提出了用 flag 标识报文的周期，这是考虑到一个周期的报文会在不同的下游周期出现；除非下游记录精确的时延 d ，并且认为上游的一波报文在 t 内到达（要求比较苛刻，时间精确同步，且保留适当的保护带）。而如果使用了 flag 标识报文，就可以简化上述的上游报文周期确定的问题，例如每个上游报文发送的时候，按照上游的周期有一个标识 flag，则在下游可以了解到上游发送的这些报文具体在上游发送的时候的周期信息。

对报文转发举例说明，节点 1 接入流量 1 后进行整形，在第一种周期（图中用 a 周期表示）由 queue1 发出；在节点 2 接入流量 2 后进行整形，在 a 周期 queue1 发出；节点 3 在端口 1 和端口 2，a 周期或者第二种周期（图中用 b 周期表示）由 queue1 收到流量 1 和流量 2，并且在下一个周期在端口 3 发出流量 1 和流量 2（这时端口 3 在第三种周期（图中用 c 周期表示）发出，映射规则是上一跳的 a 周期会映射到 c 周期，隔一个周期映射）。

相关技术中还提出了一种 DIP 调度的方式。不同于 CQF 的调度方式，DIP 的调度方式不再假设全网的时间同步，而是假设了全网的频率同步，且都支持 DIP 调度机制。

因为针对大规模，长距离网络，光纤时延不能忽略，设定了更多的队列，例如 3 个队列，跟 CQF 的一发一收轮换的队列不同，这里使用两个周期的时间，保证收齐一个周期的报文，然后发送，即三个队列配合循环，例如，a、b、c 三个周期，分别与对队列（queue）的对应情况设定如下：

a 周期：queue1 发送状态、queue2 接收状态，queue3 接收状态；

b 周期：queue1 接收状态，queue2 发送状态，queue3 接收状态；

c 周期：queue1 接收状态，queue2 接收状态，queue3 发送状态；

如此循环。

应用时，报文选择在网络边缘节点进入一个周期，之后每经过一个中间节点停留约两个周期的时间，从而，这个 Critical 流的报文可以得到确定性的转发，在一个固定的周期，到达对端网络边缘节点。

图 6 为一种采用 DIP 机制进行通信调度的示意图；与之前类似，但是除了时延 d 这个变量，还有一个相位差变量 p （因为仅仅假设了频率同步）；这时，不能假设下游设备了解两者的相位差 p ，只能使用每波流量的 flag 标识来让下游节点了解收到的流量在上游具体属于哪个发送周期。

如图 6 所示，上游节点 1 发送的一波报文，会在下游的节点 3 的两个周期内收到（根据 d 来计算，应该在 $i+2$ 和 $i+3$ ，考虑 p 之后，范围会有偏差，但是整体上，在下游的节点 3，还是会在两个周期内收到，因为第一种周期内发送的报文组的宽度是一个 t ，并且用两个周期确定第一种周期内发送的报文组到达后，会在下一个周期发出）。

当前的 DIP 机制假设了固定的 d 和 p ，因此单节点时延 $\text{delay}=2t$ ；也是需要三个队列（两个用于接收，一个用于发送），但是每两个节点之间与前

面相同，还是只会有三种可能的映射关系。

DIP 机制假设在网络启动的时候，就每接口进行了探测，确定了是哪一种映射关系，不再变化（基于频率同步的假设）。只要通过探测报文，确定了链路的时延和相位差导致的偏移，那么就可以确定是哪种映射关系；每个接口的三个收队列，总是双收一停，双收保证了一波数据流能被全部接收到；如果应该暂停的队列收到报文，则运行机制会被认为出现了问题，可能会丢包（数据包需要有 flag 标识）。

图 7 为一种 DIP 的调度方法应用的示意图；如图 7 所示，节点 1 发出一波 a 周期的报文（报文的 flag=1），到达节点 3（节点 3 对于节点 1 的报文采用加二映射模式），在 a 周期和 b 周期收到这些报文，然后发出报文的 flag 被改为 3；到达节点 4，节点 4 不修改报文的 flag（或者说改动 flag，但是具体数值跟以前相同）。

节点 2 发出一波 a 周期的报文（flag=1），到达节点 3（节点 3 对于节点 2 的报文采用加一映射模式），在 c 周期和 a 周期收到报文，然后 flag 改为 2，在 b 周期发出报文；报文到达节点 4，节点 4 不修改报文的 flag（或者说改动 flag，但是具体数值跟以前相同）。

图 8 为 DIP 的本地接口的循环队列的示意图；如图 8 所示，本地的接口的循环队列与上游的映射关系（即对一个特定链路，上游的发送周期和下游的发送周期的关系）有三种可能，分别为加一映射、加二映射和加三映射。每个 DIP 的网络设备，在启动的时候，如果配置为了 3 个周期且周期长度相同，那么其会选择一个时间点开始进行周期循环，因此虽然上游和下游之间周期长度相同，但是还是会存在相位差。同时，上下游之间的传输时延也会影响周期之间的映射关系。

在第一种映射关系中，上游节点 1 的 a 周期的报文，在下游节点 3 的 a 周期到达、b 周期发出；对应的，flag 从 1 变成 2，因此记为加一映射。在

下游的节点 3 上, 接收有三个队列, 分别记作: queue1、queue2、queue3 (接收的这三个队列处理报文的方式是, 携带周期标识 flag1 进入 queue1; 类似的, 对 flag2 的报文进入 queue2; 对 flag3 的报文进入 queue3)。因为是加一映射, 节点 3 会按照加 1 的方式修改 flag, 之后从下游的对应接口发出, 例如接收的 queue1, 报文 flag 改为 2, 会进入下游的发送 queue2, 等待自己的发送周期 (b 周期) 发出。

加 2 和加 3 映射有类似的处理。

结合以上内容, 相关技术中缺少在 DIP 相邻的两个节点不是很好的频率同步的场景 (例如跨同步域的场景) 下的调整机制, 例如上游周期到达时间向右移动, 或者向左移动;

如图 9 (a) 所示, 可以看出上游周期 (如点状阴影表示的周期) 到达时间向右移动; 如图 9 (b) 所示, 可以看出上游周期 (如点状阴影表示的周期) 到达时间向左移动。

综上所述, 相关技术中的 DIP 机制, 如果频率同步不能很好的保障, 在上游周期到达时间移动到一定程度或者说按某一映射关系运行一段时间后, 报文会出现在不应该出现的周期, 这时 DIP 机制报错, 然后失效。

基于此, 本申请实施例提供的方法, 基于第一映射关系, 确定第二映射关系; 按照所述第二映射关系发送报文; 相应映射关系包括至少一个周期中每个周期对应的队列映射关系; 所述队列映射关系用于确定相应周期内至少一个接收队列中每个所述接收队列对应的发送队列。

下面结合实施例对本申请再作进一步的说明。

图 10 为本申请实施例提供的一种通信调度方法的流程示意图; 如图 10 所示, 所述方法包括:

步骤 1001、基于第一映射关系, 确定第二映射关系;

步骤 1002、按照所述第二映射关系发送报文;

相应映射关系包括至少一个周期中每个周期对应的队列映射关系；

所述队列映射关系用于确定相应周期内至少一个接收队列中每个所述接收队列对应的发送队列。

在一实施例中，所述基于第一映射关系，确定第二映射关系，包括：

- 5 修改所述第一映射关系中相应周期内每个所述接收队列对应的发送队列，得到所述第二映射关系。

所述方法应用于 DIP 节点，所述 DIP 节点为 DIP 网络中的某一节点，例如，可以是 DIP 网络中采用的一个路由器。

所述报文可以为一种苛刻时延要求的数据流（称为 Critical 流）。

- 10 实际应用时，考虑到相关技术中的 DIP 机制，对于两个相邻的 DIP 节点，如果频率同步保障得不好，那么在上游周期到达时间移动到一定程度，报文会出现在不应该出现的周期，DIP 机制报错且失效的问题，提供了上述通信调度方法，以从一个映射关系（第一稳态、即第一映射关系）进入另一个稳态，即第二映射关系。还需要提供一种方法，以确定具体在哪个时
15 机变为第二映射关系。

在一实施例中，所述方法还包括：

确定满足以下至少一个要求时，基于第一映射关系确定第二映射关系：
到达预定调整时间；

- 20 第一场景；所述第一场景为接收队列接收报文时，所述接收队列对应的发送队列同时需发送报文，且所述接收队列接收的报文需在当前发送周期发出；

第二场景；所述第二场景为发送队列发送报文时，所述发送队列对应的接收队列同时需接收报文，且所述接收队列接收的报文需等待下一个发送周期内由所述发送队列发出。

- 25 具体来说，接收端根据接收队列所接收的报文中携带的周期标识，结

合第一映射关系，可以将周期标识映射到发送队列的周期标识，即确定相应的发送队列；但是，可能存在所述接收的报文实际到达接收队列的时间与所述接收的报文应该到达接收队列的时间不同的情况，也即会造成上述第一场景或第二场景；如此，节点的接收队列无法在预期的两个周期（指接收的报文应该到达接收队列的时间）完成上游的一个周期的报文的接收，需要报错（如上所述，DIP 机制下用两个周期来保证收齐报文，而上述情况即表征无法收齐，也即应该收齐报文的两个周期并没有完成接收工作，具体原因即为上述漂移的问题）。

这里，所述接收的报文应该到达接收队列的时间，指的是上游的确定性业务的报文在确定性网络中，根据确定性的转发机制，预估的到达接收队列的时间。

所述报文指 DIP 网络中传输的报文。

针对上述第一场景、第二场景，通过本申请实施例提供的方法，以从一个映射关系（第一稳态、即第一映射关系）进入另一个稳态，即第二映射关系。

基于此，在一实施例中，所述基于第一映射关系确定第二映射关系，包括：

相应于第一场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二发送队列；所述第二发送队列为所述第一发送队列的最后一队列；

相应于第二场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二发送队列；所述第二发送队列为所述第一发送队列的前一队列。

在一实施例中，相应映射关系，包括：至少三个周期中每个周期对应的队列映射关系；

所述周期的数量与所述发送队列的数量相关；

所述周期的数量与所述接收队列的数量相关。

例如，周期数量为三，即在三个周期的场景下，发送队列的数量为三，接收队列的数量也为三；

周期数量为四，即在四个周期的场景下，发送队列的数量为四，接收队列的数量也为四。

5 在一实施例中，所述队列映射关系，包括：映射模式；

所述映射模式表征确定每个所述接收队列对应的发送队列的模式。

在一实施例中，所述映射模式的数量与所述周期的数量相关；

所述周期的数量为三时，所述映射模式包括：加一模式、加二模式、加三模式；

10 所述周期的数量为四时，所述映射模式包括：加一模式、加二模式、加三模式、加四模式。

以上根据接收队列接收的报文周期，进行加一、加二、加三、加四，可以将周期标识映射到发送队列的周期标识，即确定相应的发送队列。

具体以三个周期的场景为例进行说明。

15 第一周期：发送队列一发送状态、接收队列二接收状态、接收队列三接收状态；

第二周期：接收队列一接收状态、发送队列二发送状态、接收队列三接收状态；

20 第三周期：接收队列一接收状态、接收队列二接收状态、发送队列三发送状态；

映射模式为加一模式，假设，上游的发送队列为二，下游的接收队列三和接收队列一接收某一报文，基于加一模式，确定由发送队列二转发该报文；

25 上游的发送队列为二，下游的接收队列一和接收队列二接收某一报文，基于加二模式，确定由发送队列三转发该报文；

上游的发送队列为一，下游的接收队列二和接受队列三接收某一报文，基于加三模式，确定由发送队列一转发该报文。

相应于第一场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二发送队列，所述第二发送队列为所述第一发送队列的后一队列，表示，假设基于第一映射关系确定的发送队列为发送队列二（即上所述第一发送队列），将发送队列修改为发送队列三（即上述第二发送队列）；而如果确定的发送队列为发送队列三，将发送队列修改为发送队列一；如此类推。

相应于第二场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二发送队列，所述第二发送队列为所述第一发送队列的前一队列，表示，假设基于第一映射关系确定的发送队列为发送队列二，将发送队列修改为发送队列一；而如果确定的发送队列为发送队列一，将发送队列修改为发送队列三；如此类推。

本申请实施例提供的方法，提出了一种不要求相邻的 DIP 节点频率严格同步的机制，在发现报文出现在不该出现的周期，DIP 系统进入了异常状态，但是并没有崩溃，而是确定目标稳态（一个新的周期映射关系）。上述方案只需在一个 $3T$ 时长的三个周期中，逐个周期（ T ）对每个队列进行修正（依次对每个周期的每个队列进行修正，因此，只需要三个周期时长；若应用于四个周期的场景，则可以采用四个周期时长），即可进入新的目标稳态。在两个设备出现频差，导致周期性 DIP 的周期映射关系缓慢的变化时，本申请实施例提供的方法通过一个过渡状态，将 DIP 的映射关系转化为另外一个稳态。

而且，在进行周期关系调整之前，如果需要两个周期的流量合并，则确认两个周期的流量能够合并且不超过周期的容量即可，例如，如果需要合并某个周期 1 和之后的周期 2 的报文，需要检查周期 1 预留的带宽与周期 2 预留的带宽和是否超过合并后的周期的带宽，不超过即可合并，即需

要保证合并后的周期能够发送完之前在周期 1 和周期 2 发送的全部报文。这是要求周期 1 和周期 2 的报文相对于一个周期能发送的报文，不能都比较拥挤，都有较多的空余带宽会比较容易执行合并。另外，在另一种实现中，如果周期 1 和周期 2 的报文合并后，超过了一个周期能够承载的数量，那么超出的报文，可以选择在后续的周期发出，该周期可以是紧跟在合并周期之后，也可以是与合并的周期间隔两个发送周期（适用于三周期循环场景），或者间隔三个发送周期（适用于四周期循环场景）。

在异常状态中，如果一个接收队列在绑定的发送队列发送报文的周期，又有新的周期的报文到达（即发生上述上游周期到达时间前移的情况），入口的触发网络设备（PSFP, Per-Stream Filtering and Policing）需要识别新的周期，并且等待当前的周期结束，才允许这些报文发送给后端绑定的发送队列。其中，PSFP 是 IEEE Std 802.1Qci Per-Stream Filtering and Policing，用于 DIP 节点的入口处，支持每流或者每优先级的识别和处理；相关的处理包括打标记、检查是否在正确的时间到达等。

需要说明的是，目前的 IEEE 定义的高速以太网设备一般使用自由震荡的时钟，精度要求是 100ppb，每个接口支持根据报文头的前导部分锁定，一定程度上算是一种同步传输。如果使用了同步以太网技术等，可以使同步精度上升，从而基本不会出现频率偏移的情况，保证 DIP 网络的正常工作。同步以太网要求一个精度 4.6ppb 的时钟源。

通过本申请实施例提供的方法，拓展了目前周期性 DIP 的确定性网络的场景，减少了相关的限制。例如在大规模跨域网络的场景中，无法要求不同网络同步到相同的频率源（时钟源），而本申请实施例提供的方法，可以使能跨同步域的 DIP 的数据传输，甚至是在频率不同步的简单 IP 网络中使用（精度范围加或减 100ppb）。

图 11 为本申请实施例提供的一种传输异常发生的示意图；图 11 中下

方的三个表格，从左至右三组表格显示的映射关系，分别为：原始映射关系、异常映射关系、目标映射关系；原始映射关系相当于上述第一映射关系；目标映射关系相当于上述基于第一映射关系确定的第二映射关系；

图 11 中上方四个图，显示了点状阴影的周期在右移，第一和第二个图对应原始映射关系；第三个图出问题，对应异常映射关系；第四个图对应目标映射关系。

针对图 11 所示的情况，上游周期的报文出现了还没收完，节点 3 的发送队列 2(queue2)就开始发送新报文的问题(即上游周期到达时间向右移)；但是 queue2 已经收到的这些报文不会一下都发送完，有几个包边发边收也不会破坏 DIP 系统的确定性。在传统的 DIP 机制中，PSFP 如果发现上述的到达时间偏移导致的异常，会丢弃报文，使 DIP 系统失效；在本申请实施例提供的机制中，PSFP 在检查的时候发现上述问题，但是不丢包，而是进入后面的处理方式，也即从以从一个稳态(即第一映射关系)进入另一个稳态(即第二映射关系)。

针对上述问题，运用本申请实施例提供的方法，PSFP 修正目前的映射规则，把加一映射变成加二映射，具体表现为将队列 1 的报文在某个 a 周期开始的时候，目标队列的 flag 由 f2 改为 f3(表示原来是发给队列 2 的，修改为发送给队列 3)。

结合图 12 对具体地操作方法进行说明。首先对图 12 中下方的三个表格，从左至右三组表格显示的映射关系，分别为：原始映射关系、过渡映射关系、目标映射关系；原始映射关系相当于上述第一映射关系；目标映射关系相当于上述基于第一映射关系确定的第二映射关系；

图 12 中上方三个图中，第二个图对应了异常映射关系；第三个图对应到目标映射关系；

过渡周期只会出现 3T 的时间(每个 T 调整一个队列映射关系)，通过

图 11 中左侧的表格（空格表示无动作），可以了解过渡周期的动作，以及目标映射关系 3 个周期的动作。

图中，入口对应有接收队列 1（记做接收 q1）、接收队列 2（记做接收 q2）、接收队列 3（记做接收 q3）；

5 出口对应有发送队列 1（记做发送 q1）、发送队列 2（记做发送 q2）、发送队列 3（记做发送 q3）。

以下描述中，fx（x 为 1、2 或 3，表示报文的发送周期为第一周期、第二周期或第三周期），具体的，节点 3 收到的报文，会携带上游周期标识信息，例如 fx，代表是从上游的哪个周期发出的，节点 3 根据收到报文的接口上的周期映射关系，决定报文在本节点的发送周期，同时修改报文的周期标识信息。

qy（y 为 1、2 或 3），表示队列（接收队列或发送队列）对应的周期号为第一周期、第二周期或第三周期，也就是说，接收 qy（y 为 1、2 或 3），可以表示上游第一周期的接收队列、上游第二周期的接收队列、上游第三周期的接收队列；相应的，发送 qy（y 为 1、2 或 3），可以表示第一周期的发送队列、第二周期的发送队列、第三周期的发送队列，具体的，在节点 3 的入口处，如果基于映射关系确定对应的周期标识信息为 f1，则进入接收 q1，其他的类似，在节点 3 的出口处，如果修改后的周期标识信息为 f2，则对应的应进入发送 q2，其他的类似。需要说明的是，由于不同周期的发送队列和接收队列预设（即映射关系确定），因此，可以根据周期标识信息确定对应的发送队列；也因此，在进入一个新的稳态时，即确定新的映射关系。具体操作方法包括：

步骤 01、将接收 q1 关联到发送 q3；

具体来说，前一个 c 周期结束时，发送 q2 空，发送 q3 空，发送 q1 有一些 f1 的报文（由 f3 修改而来）；这时，对于接收 q1 用 f3 替换 f2（两个

前身都是 f1, 即接收的报文 f1 根据映射表改为 f3), 本来发给发送 q2 改为发给发送 q3;

步骤 02、将接收 q2 关联到发送 q1;

具体来说, 前一个 a 周期结束时, 发送 q2 空, 发送 q3 有一些 f3p1 的
5 报文 (由 f1 修改而来), 发送 q1 空; 这时, 接收 q1 将 f1p2 改为 f3p2 发给 q3(开始执行稳定周期的行为), 对于接收 q2 用 f1 替换 f3(两个前身都是 f2), 本来发给发送 q3 改为发给发送 q1;

步骤 03、将接收 q3 关联到发送 q2;

具体来说, 前一个 b 周期结束时, 发送 q2 空, 发送 q3 收集齐了 f3 报
10 文, 发送 q1 有一些 f1p1 报文 (f2 修改而来); 这时, 发送 q3 发送, 发送 q1 接收 f2p2, 对于 q3 用 f2 替换 f1 (两个前身都是 f3), 本来发给发送 q1 改为发给发送 q2。

图 13 为本申请实施例提供的另一种传输异常发生的示意图; 如图 13
所示, 上游周期的报文对应的发送周期出现了还没发完, 节点 3 的发送队
15 列 q2 (对应左斜线的部分, 同时该队列关联到点状阴影的部分对应接收队列 q1) 又出现新报文需接收的问题 (即点状阴影的部分对应接收队列 q1 收到的报文, 会按照加一映射到左斜线映射的部分, 即发送队列 q2, 而左斜线阴影的部分之前的三个周期, 又会有发送队列 q2, 即此时发送队列 q2 正在被使用来发送数据, 也就是说, 上游 a 周期的报文在节点 3 的到达时间
20 向左移带来了问题); 但是这些报文如果只有几个, 并且节点 3 能识别这些报文的分界, 不是直接在这个周期发出, 那么也可以接收。在传统的 DIP 机制中, PSFP 会检查到这些不应该出现的报文, 会丢弃报文, 使 DIP 系统失效; 在本申请的机制中, PSFP 检查到这个问题, 并不会丢弃报文, 而是进入下面的处理流程。

25 PSFP 在检查的时候发现上述问题, 但是不丢包也不发包, 而是进入后

面的处理方式，以进入另一个稳态。具体地，PSFP 修正目前的映射规则，把加一映射变成加三映射，具体表现为把队列 1 的报文在某个 a 周期开始的时候，f2 改为 f1，本来发给队列 2 改为发给队列 1。

结合图 14 对具体地操作方法进行说明。首先对图 14 中的内容进行说明如下：在过渡周期（包含三个周期（即 3T），每周期切换一个队列）的第一个周期，接收 q1 切换到发送 q1，这时接收 q3 仍然关联到发送 q1，发送 q1 会发送报文，同时收报文，在第二个过渡周期，因为发送 q1 被两个接收队列关联，会同时受到两组报文，接收 q2 切换连接到发送 q2，并且发送 q2 发送报文；在第三个过渡周期，发送 q1 和发送 q2 都收到报文，接收 q3 切换连接到发送 q3，并且发送；发送报文在目标映射关系的第一个周期，发送 q1 同时发送两个周期的报文，一个是接收 q1 来的，一个是接收 q3 来的。

具体操作方法包括：

步骤 11、将接收 q1 关联到发送 q1；

具体来说，前一个 c 周期结束时，发送 q1 满数据（由 f3 改为 f1），发送 q3 有一些 f3p1 报文（由 f2p1 报文修改而来），发送 q2 满数据（由 f1 改为 f2）；这时，对于发送 q1 发送报文，发送 q1 同时收到一些 f1p1 报文（由 f3p1 报文修改而来），但是暂时性抑制发送，接收 q1 关联到发送 q1；

此处的满数据指的是，收齐了上游一个周期的数据。

步骤 12、将接收 q2 切换关联到发送 q2；

具体来说，前一个 a 周期结束时，发送 q2 满数据（由 f1 改为 f2），发送 q3 满数据（由 f2 修改而来），发送 q1 有一些 f1p1 报文（f3p1 报文修改而来）；这时，接收 q1 将 f1p1 改为 f1p1（逻辑上也可以认为未改变）发给发送 q1，对于发送 q2 发送报文，接收 q2 关联到发送 q2；

步骤 13、将接收 q3 切换连接到发送 q3；

具体来说, 前一个 b 周期结束时, 发送 q2 空, 发送 q3 满数据, 发送 q1 有一些 f1p1 报文 (f1 修改而来), 同时还有整周期 f1 的报文 (f3 修改而来); 这时, 发送 q3 发送, 接收 q3 关联到发送 q3, 发送 q1 又收集到了 f1p2 (f1 修改而来), 注意此时发送 q1 是有两个周期的流量的, 一波是 f1 修改而来, 一波是之前的 f3 修改而来。

需要说明的是, 以上对点状阴影的周期记做 a 周期, 对左斜线阴影的周期记做 b 周期, 对右斜线阴影的周期记做 c 周期。

以下进一步对异步 DIP 所产生的原因进行说明。

图 15 为本申请实施例提供的异步 DIP 的分析的示意图; 结合图 15 可以了解下游节点的跟随者上游节点发送周期移动的原因 (如上述 a 周期向左移动、向右移动)。具体说明如下:

本申请的机制中, 在引入了相位和频率的偏差的基础上, 映射关系还是三种, 假设传播时延和相位差是恒定的, 每对邻居需要确定的还是映射关系是三种的哪一个, 此处认为这种关系是相对稳定的。因为频率差的存在, 经过一段时间, 上游周期例如点状阴影的周期的实际到达时间会发生偏移 (具体原因是节点 1 的实际频率和节点 3 的实际频率可能有偏差); 如果节点 1 频率低于节点 3, 即节点 3 的表快, 节点 1 的周期时长 (cycle time) 长一点, 点状阴影会慢慢后移, 直到错过一个周期, 让入口的 PSFP 出错 (本应在 c 周期、a 周期出现的 flag1 报文, 没有完全到达)。

如果节点 1 频率高于节点 3, 即节点 3 的表慢, 节点 3 的 cycle time 长一点, 上游周期例如点状阴影的周期的实际到达时间会慢慢前移, 直到错过一个周期, 让入口的 PSFP 出错 (本应在 c 周期、a 周期出现的 flag1 报文, 出现在 b 周期)。

图 16 为本申请实施例提供的一种状态描述的示意图; 图 16 中显示了过渡映射关系的三个周期中发送队列的状态以及随后的目标映射关系的前

三个周期中发送队列的状态描述图表；

点状阴影的周期（即 a 周期）向右移动时，如前所述，会进入异常状态，需要通过过渡状态，使其进入一个新的稳定周期，从而保持另一段时间的稳定循环，经过前面的分析，可以发现，所述的调整，其实是空出了一个周期，没有任何的报文发送，该变动对 DIP 整体系统的影响不大。

图 17 为本申请实施例提供的另一种状态描述的示意图；图 17 中显示了过渡映射关系的三个周期中发送队列的状态以及随后的目标映射关系的前三个周期中发送队列的状态描述图表；

点状阴影的周期（即 a 周期）向左（向前）移动时，如前所述，会进入异常状态，需要通过过渡状态，使其进入一个新的稳定周期，从而保持另一段时间的稳定循环，经过前面的分析，可以发现，所述的调整是把两个发送周期挤在了一个周期，同时发送两个周期的报文，相关的影响比较大，包括：

问题 1：a 周期有一个时间段在边发边收，但是收到的报文不能发，这时需要设定前面的报文和新收报文的边界，否则无法区分；

相关的解决方案如下：使用特殊字段做一个标识，例如一个明确的标识报文来表明这是一个新的周期开始的 a 周期的报文；

问题 2：双发的 a 周期发生流量聚合，无法确定是否会有流量溢出；

相关的解决方案如下：需要合理的监控每个周期的资源利用率情况，检测是否允许可能出现的这种合并；

如果不超过 a 周期的带宽，则进行合并；如果超过，则进行超过的报文需要等待一个 3T 的时间，并入下次 a 周期发送，或者直接报错。

图 18 为本申请实施例提供的一种通信调度装置的结构示意图；如图 18 所示，所述装置应用于 DIP 节点；所述装置包括：

处理模块，配置为基于第一映射关系，确定第二映射关系；

通信模块，配置为按照所述第二映射关系发送报文；

其中，相应映射关系包括至少一个周期中每个周期对应的队列映射关系；

所述队列映射关系用于确定相应周期内至少一个接收队列中每个所述
5 接收队列对应的发送队列。

具体地，所述处理模块，配置为修改所述第一映射关系中相应周期内每个所述接收队列对应的发送队列，得到所述第二映射关系。

具体地，所述处理模块，配置为确定满足以下至少一个要求时，基于第一映射关系确定第二映射关系：

10 到达预定调整时间；

第一场景；所述第一场景为接收队列接收报文时，所述接收队列对应的发送队列同时需发送报文，且所述接收队列接收的报文需在当前发送周期发出；

第二场景；所述第二场景为发送队列发送报文时，所述发送队列对应的
15 的接收队列同时需接收报文，且所述接收队列接收的报文需等待下一个发送周期内由所述发送队列发出。

具体地，所述处理模块，配置为相应于第一场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二发送队列；所述第二发送队列为所述第一发送队列的最后一队列；

20 相应于第二场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二发送队列；所述第二发送队列为所述第一发送队列的前一队列。

具体地，相应映射关系，包括：至少三个周期中每个周期对应的队列映射关系；

所述周期的数量与所述发送队列的数量相关；

25 所述周期的数量与所述接收队列的数量相关。

具体地，所述队列映射关系，包括：映射模式；

所述映射模式表征确定每个所述接收队列对应的发送队列的模式。

具体地，所述映射模式的数量与所述周期的数量相关；

所述周期的数量为三时，所述映射模式包括：加一模式、加二模式、

5 加三模式；

所述周期的数量为四时，所述映射模式包括：加一模式、加二模式、

加三模式、加四模式。

需要说明的是：上述实施例提供的通信调度装置在实现相应通信调度方法时，仅以上述各程序模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述处理分配由不同的程序模块完成，即将服务器的内部结构划分成不同的程序模块，以完成以上描述的全部或者部分处理。另外，上述实施例提供的装置与相应方法的实施例属于同一构思，其具体实现过程详见方法实施例，这里不再赘述。

图 19 为本申请实施例提供的一种通信调度装置的结构示意图，如图 19 所示，所述通信调度装置 190 包括：处理器 1901 和配置为存储能够在所述处理器上运行的计算机程序的存储器 1902；所述处理器 1901 配置为运行所述计算机程序时，执行：基于第一映射关系，确定第二映射关系；按照所述第二映射关系发送报文；相应映射关系包括至少一个周期中每个周期对应的队列映射关系；所述队列映射关系用于确定相应周期内至少一个接收队列中每个所述接收队列对应的发送队列。

所述处理器运行所述计算机程序时实现本申请实施例的各个方法的相应流程，为了简洁，在此不再赘述。

实际应用时，所述通信调度装置 190 还可以包括：至少一个网络接口 1903。所述通信调度装置 190 中的各个组件通过总线系统 1904 耦合在一起。可理解，总线系统 1904 用于实现这些组件之间的连接通信。总线系统 1904

除包括数据总线之外，还包括电源总线、控制总线和状态信号总线。但是为了清楚说明起见，在图 19 中将各种总线都标为总线系统 1904。其中，所述处理器 1901 的个数可以为至少一个。网络接口 1903 用于通信调度装置 190 与其他设备之间有线或无线方式的通信。

5 本申请实施例中的存储器 1902 用于存储各种类型的数据以支持通信调度装置 190 的操作。

上述本申请实施例揭示的方法可以应用于处理器 1901 中，或者由处理器 1901 实现。处理器 1901 可能是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。在实现过程中，上述方法的各步骤可以通过处理器 1901 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器 1901 可以是通用处理器、数字信号处理器（DSP，DiGital Signal Processor），或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。处理器 1901 可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者任何常规的处理器等。结合本申请实施例所公开的方法的步骤，可以直接体现为硬件译码处理器执行完成，或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于存储介质中，该存储介质位于存储器 1902，处理器 1901 读取存储器 1902 中的信息，结合其硬件完成前述方法的步骤。

在示例性实施例中，通信调度装置 190 可以被一个或多个应用专用集成电路（ASIC，Application Specific Integrated Circuit）、DSP、可编程逻辑器件（PLD，Programmable Logic Device）、复杂可编程逻辑器件（CPLD，Complex Programmable Logic Device）、现场可编程门阵列（FPGA，Field-Programmable Gate Array）、通用处理器、控制器、微控制器（MCU，Micro Controller Unit）、微处理器（Microprocessor）、或其他电子元件实现，

20 用于执行前述方法。

25

本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序；所述计算机程序被处理器运行时，执行：基于第一映射关系，确定第二映射关系；按照所述第二映射关系发送报文；相应映射关系包括至少一个周期中每个周期对应的队列映射关系；所述队列映射关系用于确定相应周期内至少一个接收队列中每个所述接收队列对应的发送队列。

所述计算机程序被处理器运行时实现本申请实施例的各个方法的相应流程，为了简洁，在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的装置和方法，可以通过其它的方式实现。以上所描述的设备实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，如：多个单元或组件可以结合，或可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另外，所显示或讨论的各组成部分相互之间的耦合、或直接耦合、或通信连接可以是通过一些接口，设备或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性的、机械的或其它形式的。

上述作为分离部件说明的单元可以是、或也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是、或也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，也可以分布到多个网络单元上；可以根据实际的需要选择其中的部分或全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各实施例中的各功能单元可以全部集成在一个处理单元中，也可以是各单元分别单独作为一个单元，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中；上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用硬件加软件功能单元的形式实现。

本领域普通技术人员可以理解：实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成，前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，执行包括上述方法实施例的步骤；

而前述的存储介质包括：移动存储设备、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

或者，本申请上述集成的单元如果以软件功能模块的形式实现并作为
5 独立的产品销售或使用，也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。
基于这样的理解，本申请实施例的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机、服务器、或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或
10 部分。而前述的存储介质包括：移动存储设备、ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

需要说明的是：“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。

另外，本申请实施例所记载的技术方案之间，在不冲突的情况下，可
15 以任意组合。

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

权利要求书

1、一种通信调度方法，所述方法包括：

基于第一映射关系，确定第二映射关系；

按照所述第二映射关系发送报文；

5 相应映射关系包括至少一个周期中每个周期对应的队列映射关系；

所述队列映射关系用于确定相应周期内至少一个接收队列中每个所述接收队列对应的发送队列。

2、根据权利要求1所述的方法，其中，所述基于第一映射关系，确定第二映射关系，包括：

10 修改所述第一映射关系中相应周期内每个所述接收队列对应的发送队列，得到所述第二映射关系。

3、根据权利要求2所述的方法，其中，所述方法还包括：

确定满足以下至少一个要求时，基于第一映射关系确定第二映射关系：
到达预定调整时间；

15 第一场景；所述第一场景为接收队列接收报文时，所述接收队列对应的发送队列同时需发送报文，且所述接收队列接收的报文需在当前发送周期发出；

第二场景；所述第二场景为发送队列发送报文时，所述发送队列对应的接收队列同时需接收报文，且所述接收队列接收的报文需等待下一个发
20 送周期内由所述发送队列发出。

4、根据权利要求1所述的方法，其中，所述基于第一映射关系确定第二映射关系，包括：

相应于第一场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二发送队列；所述第二发送队列为所述第一发送队列的最后一队列；

25 相应于第二场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二

发送队列；所述第二发送队列为所述第一发送队列的前一队列。

5、根据权利要求 1 至 4 任一项所述的方法，其中，相应映射关系，包括：至少三个周期中每个周期对应的队列映射关系；

所述周期的数量与所述发送队列的数量相关；

5 所述周期的数量与所述接收队列的数量相关。

6、根据权利要求 5 所述的方法，其中，所述队列映射关系，包括：映射模式；

所述映射模式表征确定每个所述接收队列对应的发送队列的模式。

7、根据权利要求 6 所述的方法，其中，所述映射模式的数量与所述周
10 期的数量相关；

所述周期的数量为三时，所述映射模式包括：加一模式、加二模式、加三模式；

所述周期的数量为四时，所述映射模式包括：加一模式、加二模式、加三模式、加四模式。

15 8、一种通信调度装置，所述装置包括：

处理模块，配置为基于第一映射关系，确定第二映射关系；

通信模块，配置为按照所述第二映射关系发送报文；

其中，相应映射关系包括至少一个周期中每个周期对应的队列映射关系；

20 所述队列映射关系用于确定相应周期内至少一个接收队列中每个所述接收队列对应的发送队列。

9、根据权利要求 8 所述的装置，其中，所述处理模块，配置为修改所述第一映射关系中相应周期内每个所述接收队列对应的发送队列，得到所述第二映射关系。

25 10、根据权利要求 9 所述的装置，其中，所述处理模块，配置为确定

满足以下至少一个要求时，基于第一映射关系确定第二映射关系：

到达预定调整时间；

第一场景；所述第一场景为接收队列接收报文时，所述接收队列对应的发送队列同时需发送报文，且所述接收队列接收的报文需在当前发送周期发出；

第二场景；所述第二场景为发送队列发送报文时，所述发送队列对应的接收队列同时需接收报文，且所述接收队列接收的报文需等待下一个发送周期内由所述发送队列发出。

11、根据权利要求 8 所述的装置，其中，所述处理模块，配置为相应于第一场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二发送队列；所述第二发送队列为所述第一发送队列的后一队列；

相应于第二场景下，将所述接收队列对应的第一发送队列修改为第二发送队列；所述第二发送队列为所述第一发送队列的前一队列。

12、根据权利要求 8 至 11 任一项所述的装置，其中，相应映射关系，包括：至少三个周期中每个周期对应的队列映射关系；

所述周期的数量与所述发送队列的数量相关；

所述周期的数量与所述接收队列的数量相关。

13、根据权利要求 12 所述的装置，其中，所述队列映射关系，包括：映射模式；

所述映射模式表征确定每个所述接收队列对应的发送队列的模式。

14、根据权利要求 13 所述的装置，其中，所述映射模式的数量与所述周期的数量相关；

所述周期的数量为三时，所述映射模式包括：加一模式、加二模式、加三模式；

所述周期的数量为四时，所述映射模式包括：加一模式、加二模式、

加三模式、加四模式。

15、一种通信调度装置，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述程序时实现权利要求 1 至 7 任一项所述方法的步骤。

- 5 16、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求 1 至 7 任一项所述方法的步骤。

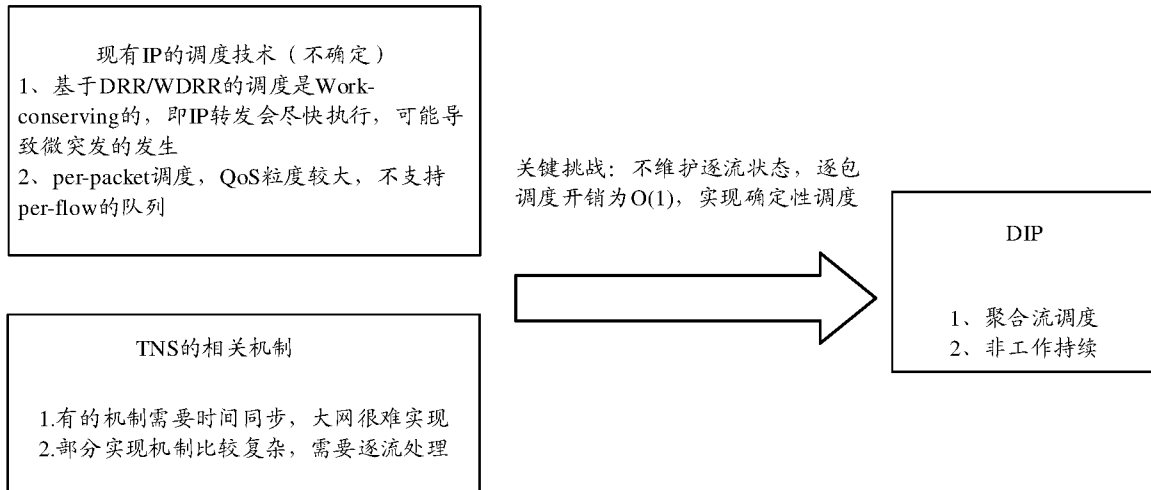


图 1

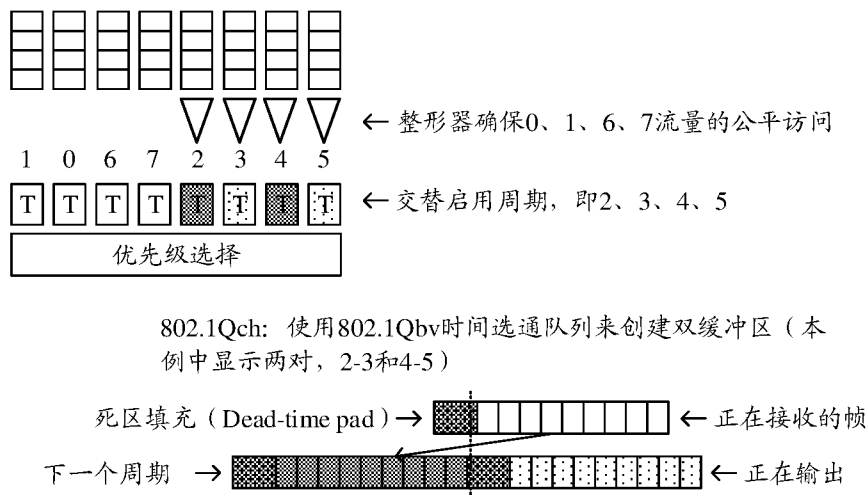


图 2

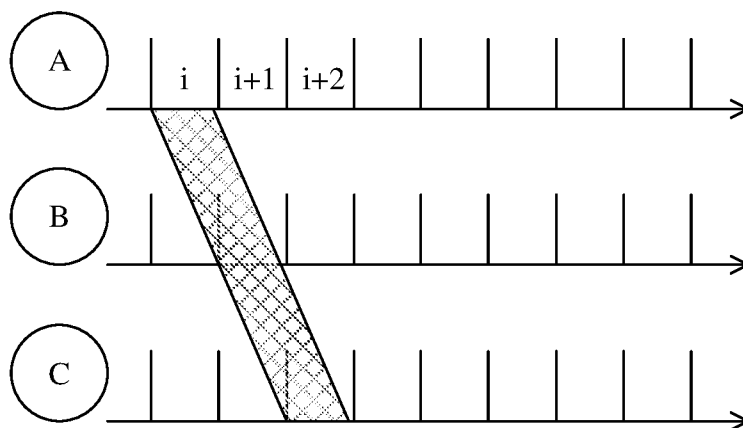


图 3

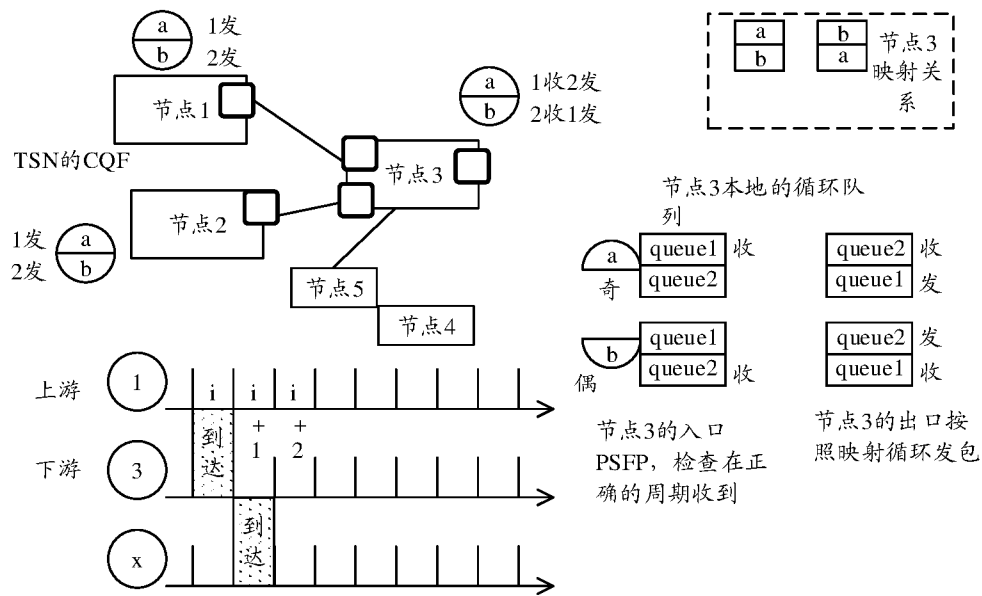


图 4

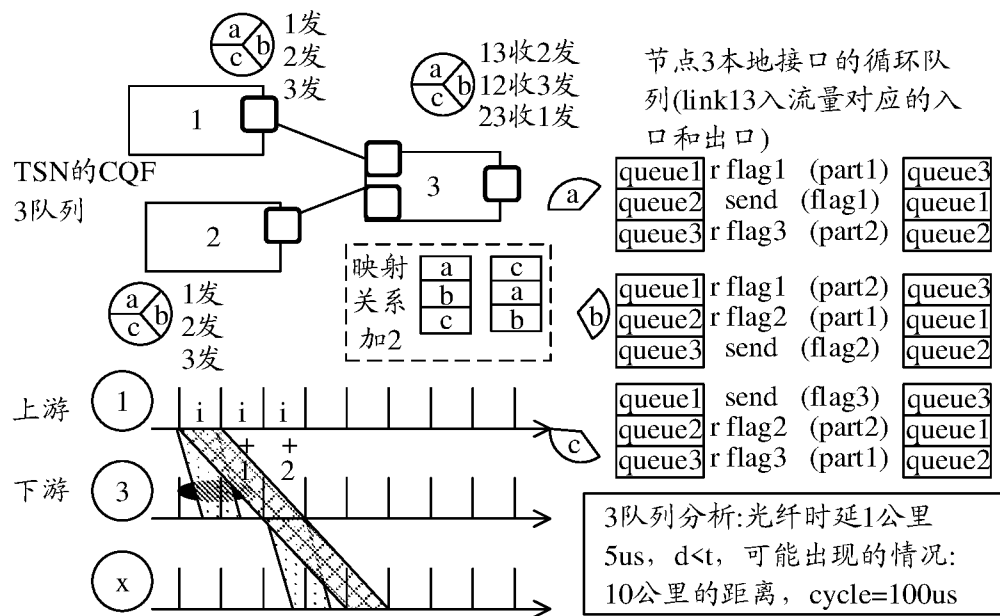


图 5

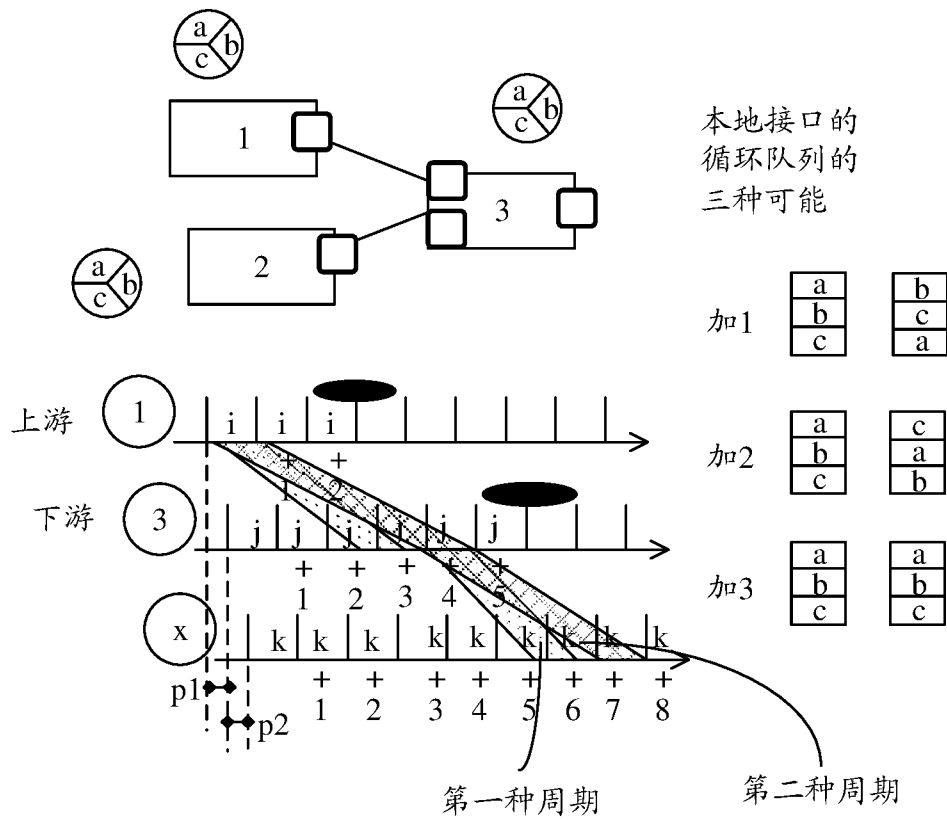


图 6

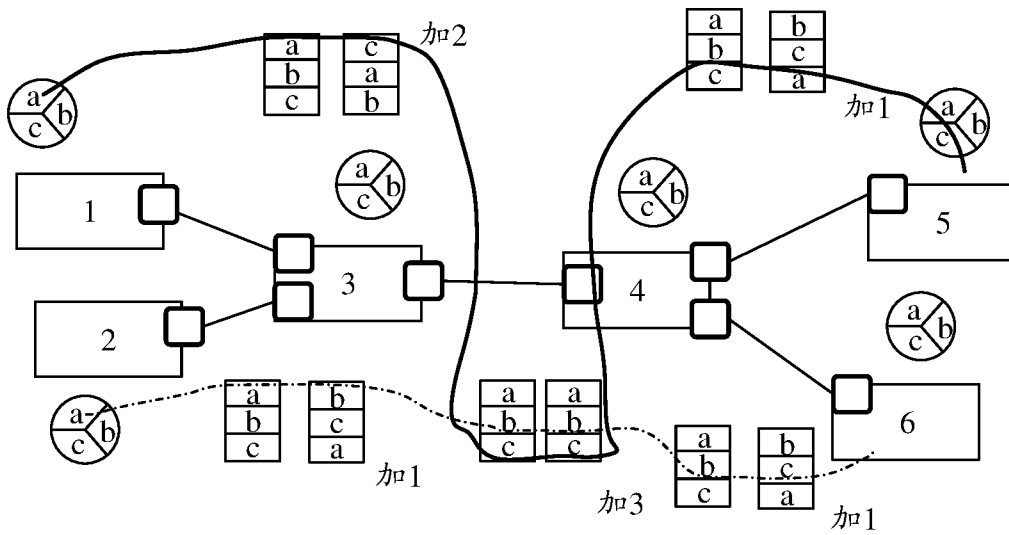
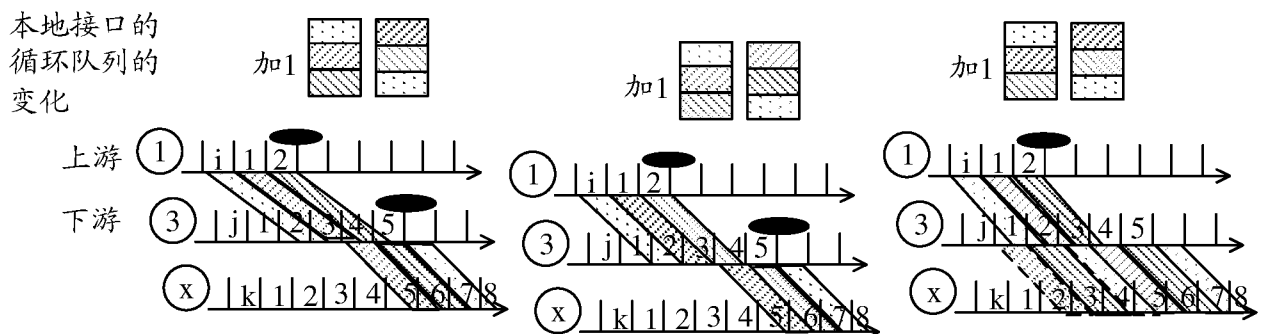
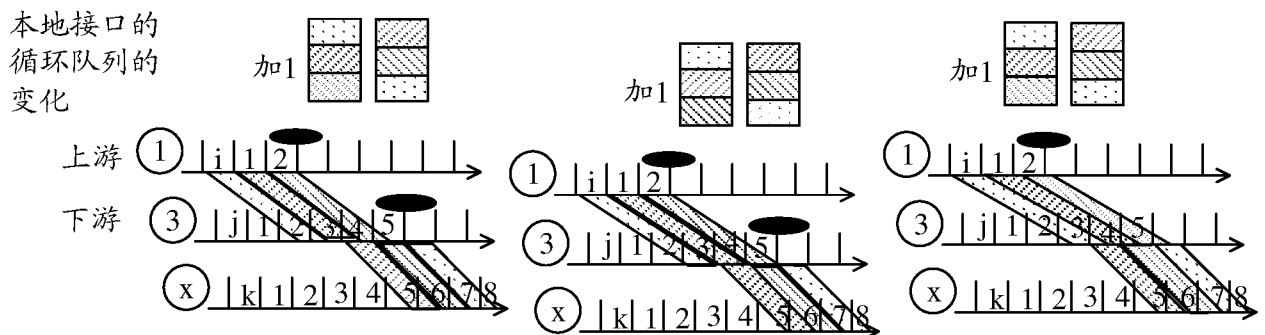
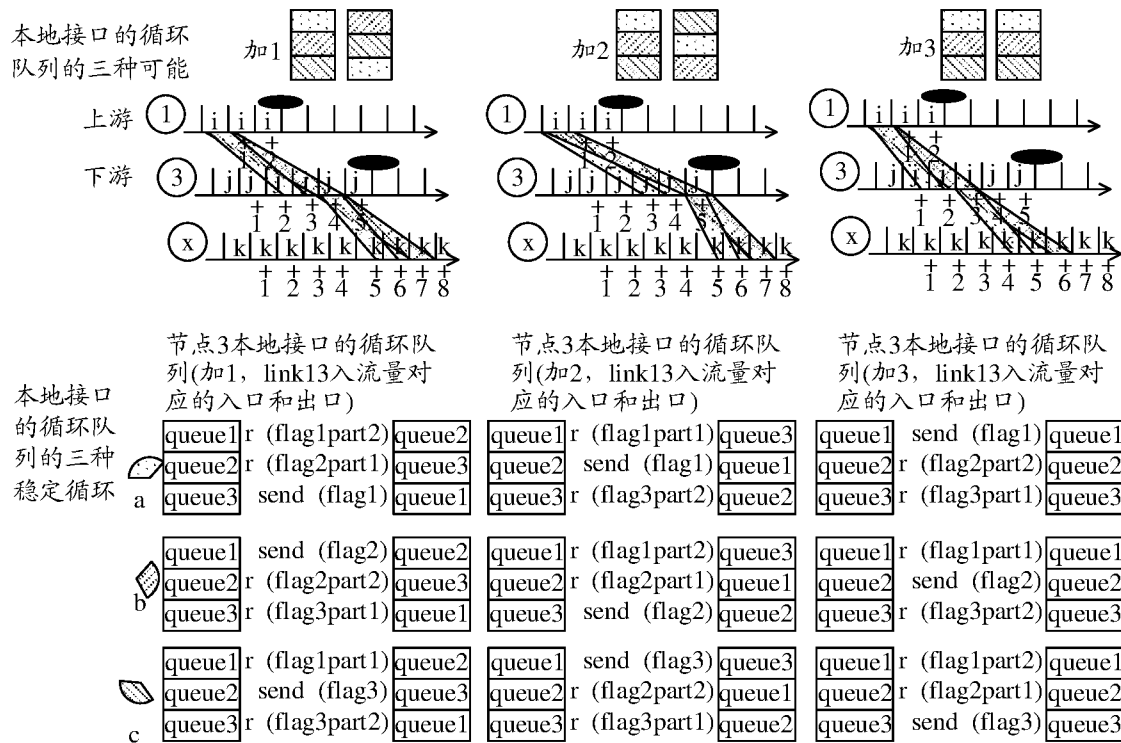


图 7



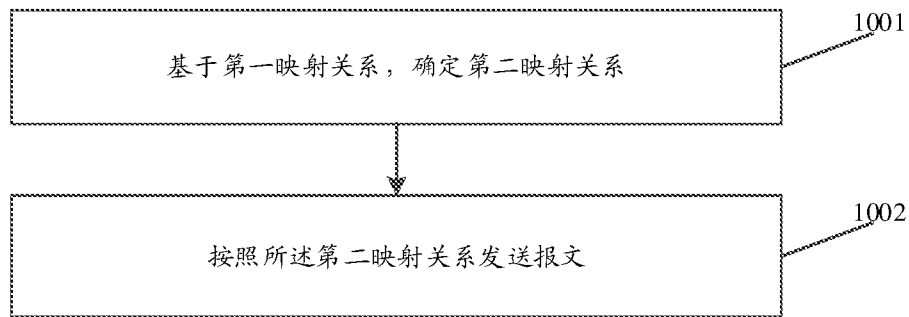


图 10

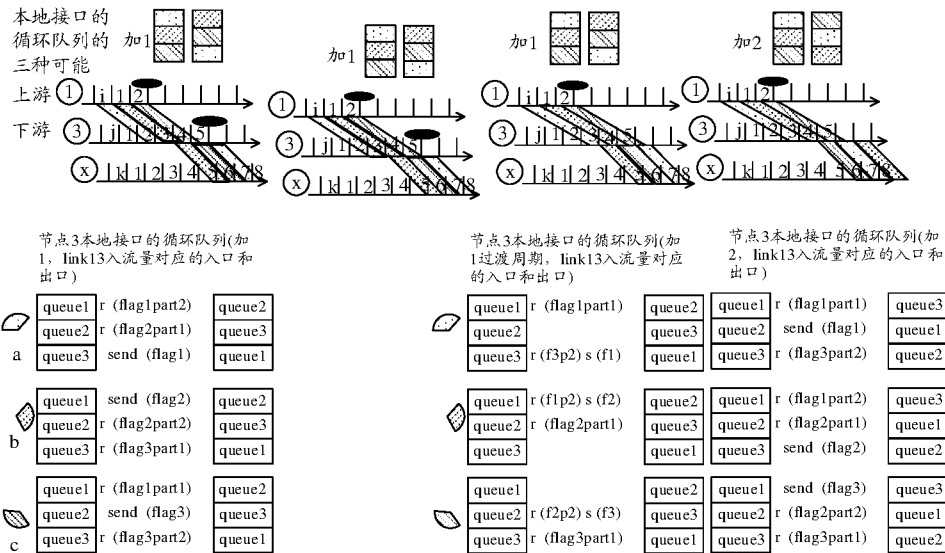


图 11

本地接口的循环队列的变化

加1	a	b
	b	c
	c	a

发送队列	q1	q2	q3
a周期之前	f3p1	空	空
a周期动作	r(f3p2) s(f1)		r(f1p1)
b周期之前	空	空	f1p1
b周期动作	r(f2p1)		r(f1p2)
c周期之前	f2p1	空	f1->f3
c周期动作	r(f2p2)	r(f3p1)	send(f3)
a周期之前	f2->f1	f3p1	空
a周期动作	send(f1)	r(f3p2)	r(f1p1)
b周期之前	空	f3->f2	f1p1
b周期动作	r(f2p1)	send(f2)	r(f1p2)
c周期之前	f2p1	空	f1->f3
c周期动作	r(f2p2)	r(f3p1)	send(f3)

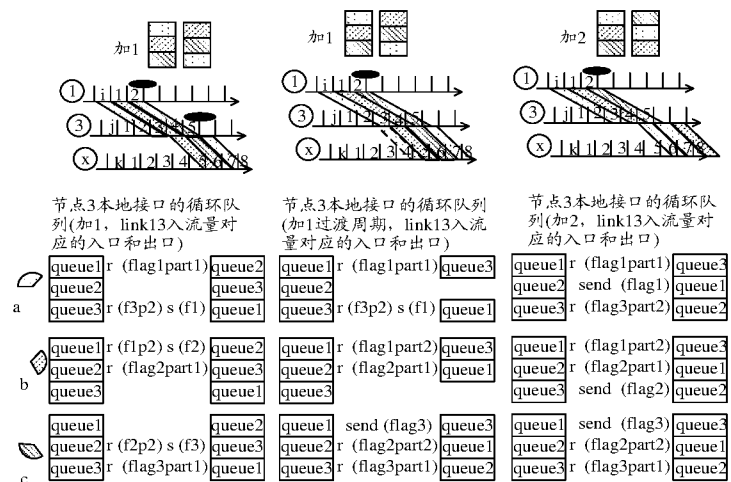


图 12

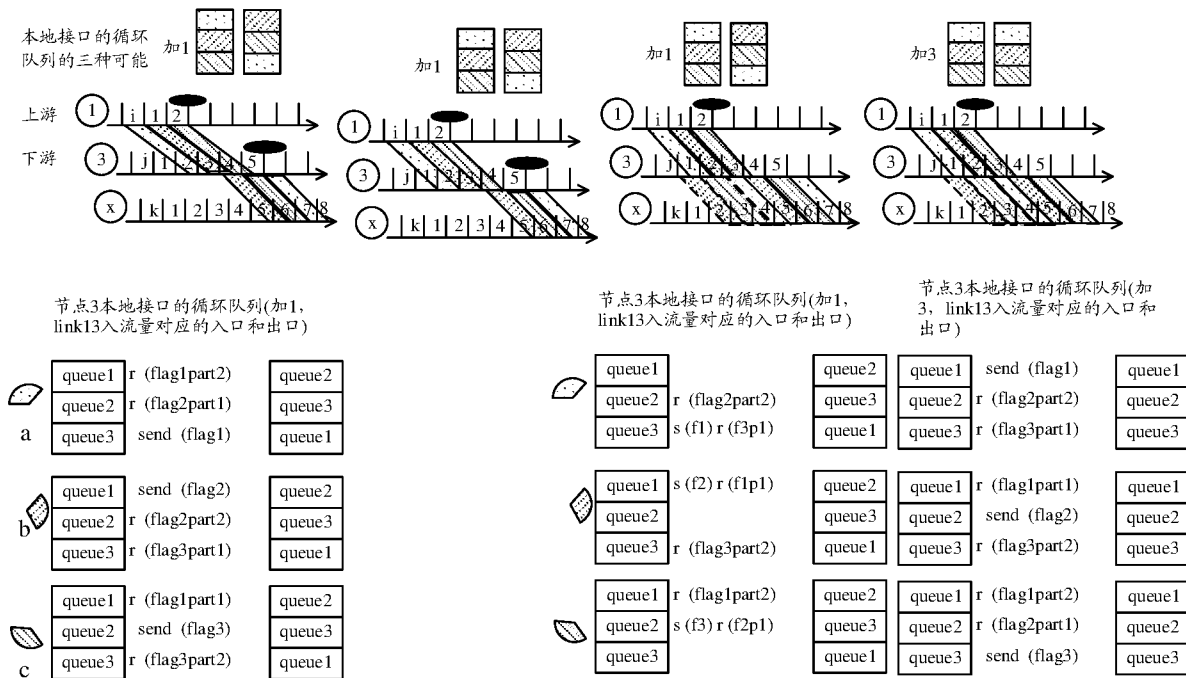


图 13

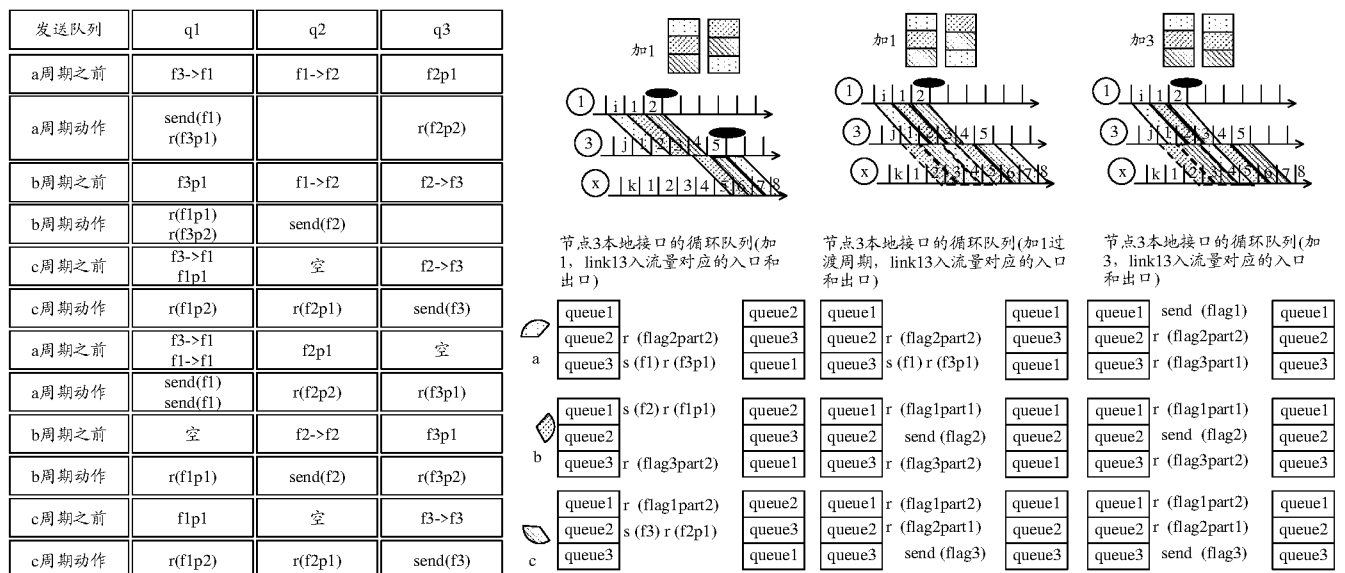


图 14

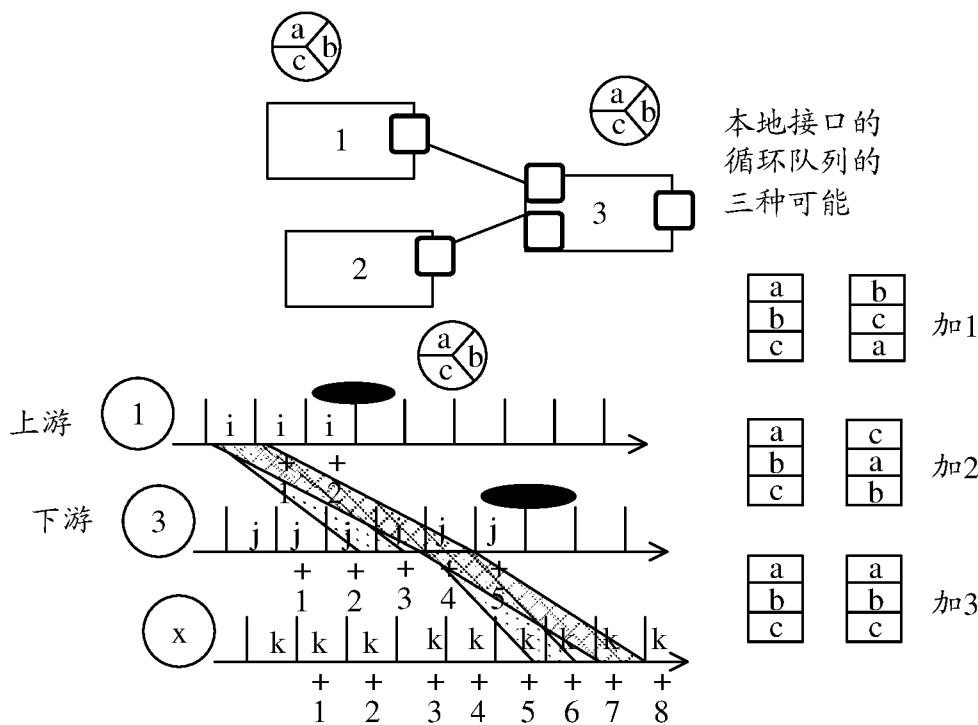


图 15

发送队列	q1	q2	q3
a周期之前	f3p1	空	空
a周期动作	r(f3p2) s(f1)		r(f1p1)
b周期之前	空	空	f1p1
b周期动作	r(f2p1)		r(f1p2)
c周期之前	f2p1	空	f1->f3
c周期动作	r(f2p2)	r(f3p1)	send(f3)
a周期之前	f2->f1	f3p1	空
a周期动作	send(f1)	r(f3p2)	r(f1p1)
b周期之前	空	f3->f2	f1p1
b周期动作	r(f2p1)	send(f2)	r(f1p2)
c周期之前	f2p1	空	f1->f3
c周期动作	r(f2p2)	r(f3p1)	send(f3)

图 16

发送队列	q1	q2	q3
a周期之前	f3->f1	f1->f2	f2p1
a周期动作	send(f1) r(f3p1)		r(f2p2)
b周期之前	f3p1	f1->f2	f2->f3
b周期动作	r(f1p1) r(f3p2)	send(f2)	
c周期之前	f3->f1 f1p1	空	f2->f3
c周期动作	r(f1p2)	r(f2p1)	send(f3)
a周期之前	f3->f1 f1->f1	f2p1	空
a周期动作	send(f1) send(f1)	r(f2p2)	r(f3p1)
b周期之前	空	f2->f2	f3p1
b周期动作	r(f1p1)	send(f2)	r(f3p2)
c周期之前	f1p1	空	f3->f3
c周期动作	r(f1p2)	r(f2p1)	send(f3)

图 17

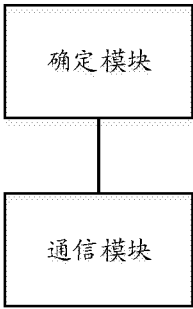


图 18

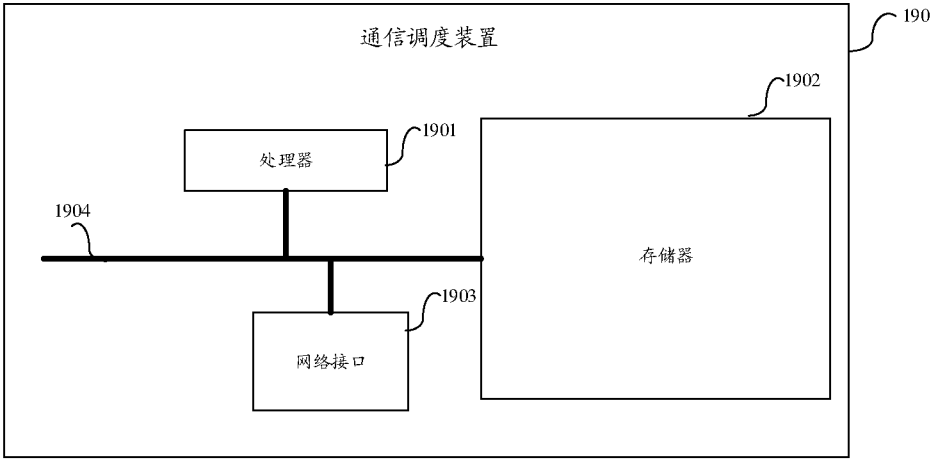


图 19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/123502

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/863(2013.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L; H04W

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)

VEN; CNTXT; USTXT; EPTXT; CNABS; 3GPP: 队列, 映射, 周期, 发送, 接收, 确定性网络, 调度, queue, map, period, transmit, send, receive, deterministic, DIP, scheduling

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 110868363 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 06 March 2020 (2020-03-06) claim 1, description paragraphs 0074-0181, 0206-0246, 0512-0515	1, 8, 15, 16
A	CN 110868363 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 06 March 2020 (2020-03-06) entire document	2-7, 9-14
A	CN 111404840 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 10 July 2020 (2020-07-10) entire document	1-16
A	CN 106533954 A (SANECHIPS TECHNOLOGY CO., LTD.) 22 March 2017 (2017-03-22) entire document	1-16
A	US 2019044920 A1 (SZYMANSKI TED H) 07 February 2019 (2019-02-07) entire document	1-16



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

16 December 2021

Date of mailing of the international search report

05 January 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/CN2021/123502

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110868363	A	06 March 2020	EP	3832944	A1	09 June 2021
				EP	3832944	A4	20 October 2021
				WO	2020042875	A1	05 March 2020
				US	2021184781	A1	17 June 2021
CN	111404840	A	10 July 2020	WO	2020140875	A1	09 July 2020
				US	2021336892	A1	28 October 2021
				EP	3902217	A1	27 October 2021
CN	106533954	A	22 March 2017	WO	2017045501	A1	23 March 2017
US	2019044920	A1	07 February 2019	US	2021243172	A1	05 August 2021
				WO	2017132774	A1	10 August 2017
				US	11019038	B2	25 May 2021

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/123502

A. 主题的分类

H04L 12/863 (2013.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

H04L; H04W

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))

VEN; CNTXT; USTXT; EPTXT; CNABS; 3GPP: 队列, 映射, 周期, 发送, 接收, 确定性网络, 调度, queue, map, period, transmit, send, receive, deterministic, DIP, scheduling

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 110868363 A (华为技术有限公司) 2020年3月6日 (2020 - 03 - 06) 权利要求1, 说明书第0074-0181、0206-0246、0512-0515段	1、8、15、16
A	CN 110868363 A (华为技术有限公司) 2020年3月6日 (2020 - 03 - 06) 全文	2-7、9-14
A	CN 111404840 A (华为技术有限公司) 2020年7月10日 (2020 - 07 - 10) 全文	1-16
A	CN 106533954 A (深圳市中兴微电子技术有限公司) 2017年3月22日 (2017 - 03 - 22) 全文	1-16
A	US 2019044920 A1 (SZYMANSKI TED H) 2019年2月7日 (2019 - 02 - 07) 全文	1-16

☐ 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

2021年12月16日

国际检索报告邮寄日期

2022年1月5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

王桂霞

电话号码 86-(010)-62088424

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/123502

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	110868363	A	2020年3月6日	EP	3832944	A1	2021年6月9日
				EP	3832944	A4	2021年10月20日
				WO	2020042875	A1	2020年3月5日
				US	2021184781	A1	2021年6月17日
CN	111404840	A	2020年7月10日	WO	2020140875	A1	2020年7月9日
				US	2021336892	A1	2021年10月28日
				EP	3902217	A1	2021年10月27日
CN	106533954	A	2017年3月22日	WO	2017045501	A1	2017年3月23日
US	2019044920	A1	2019年2月7日	US	2021243172	A1	2021年8月5日
				WO	2017132774	A1	2017年8月10日
				US	11019038	B2	2021年5月25日