

(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
2019 年 10 月 24 日 (24.10.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/200568 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 12/863 (2013.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/083592

(22) 国际申请日: 2018 年 4 月 18 日 (18.04.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 林云 (LAM, Wan); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京中博世达专利商标代理有限公司 (BEIJING ZBSD PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.); 中国北京市海淀区交大东路 31 号 11 号楼 8 层, Beijing 100044 (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: DATA COMMUNICATION METHOD AND DEVICE

(54) 发明名称: 一种数据通信方法及装置

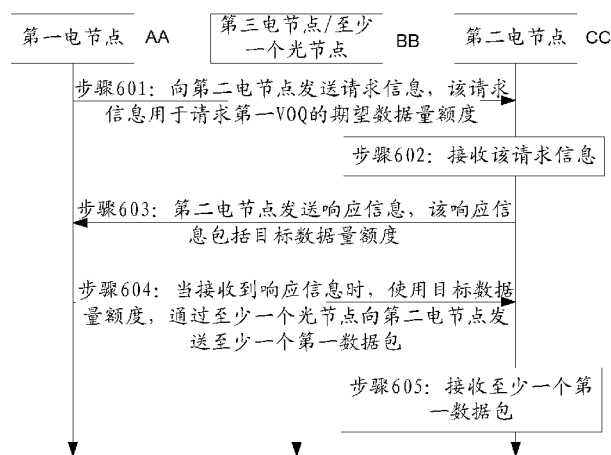


图 6

STEP 601 SEND REQUEST INFORMATION TO A SECOND ELECTRICAL NODE, THE REQUEST INFORMATION BEING USED TO REQUEST A DESIRED DATA AMOUNT LIMIT OF A FIRST VOQ
STEP 602 RECEIVE THE REQUEST INFORMATION
STEP 603 THE SECOND ELECTRICAL NODE SENDS RESPONSE INFORMATION, THE RESPONSE INFORMATION COMPRISING A TARGET DATA AMOUNT LIMIT
STEP 604 UPON RECEPTION OF THE RESPONSE INFORMATION, SEND, BY MEANS OF AT LEAST ONE OPTICAL NODE, TO THE SECOND ELECTRICAL NODE AT LEAST ONE FIRST DATA PACKET USING THE TARGET DATA AMOUNT LIMIT
STEP 605 RECEIVE THE AT LEAST ONE FIRST DATA PACKET
AA FIRST ELECTRICAL NODE
BB SECOND ELECTRICAL NODE
CC THIRD ELECTRICAL NODE/AT LEAST ONE OPTICAL NODE

(57) Abstract: The embodiments of the present application relate to the field of communication technologies, and in particular, to a data communication method and device, for reducing delays in data communications, and ensuring end-to-end QoS requirements. The method is applied to a data communication network comprising at least two switching layers, the at least two switching layers comprising a first layer and a second layer, the first layer comprising a first electrical node and a second electrical node, the second layer comprising at least one optical node and a third electrical node, the first electrical node comprising a first virtual output queue (VOQ). The method comprises: a first electrical node sending request information to a second electrical node, the request information being used to request a desired data amount limit of a first VOQ, the first VOQ storing therein at least one first data packet sent to the second electrical node; receiving response information, the response information comprising a target data amount limit; and sending, by means of at least one optical node, to the second electrical node at least one first data packet using the target data amount limit.

(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))。

(57) 摘要: 本申请实施例涉及通信技术领域, 尤其涉及一种数据通信方法及装置, 用于降低数据通信过程中的时延, 保证端到端的QoS要求。应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中, 至少两个交换层包括第一层和第二层, 第一层包括第一电节点和第二电节点, 第二层包括至少一个光节点和第三电节点, 第一电节点包括第一虚拟输出队列(VOQ), 该方法包括: 第一电节点向第二电节点发送请求信息, 请求信息用于请求第一VOQ的期望数据量额度, 第一VOQ中存放有发往第二电节点的至少一个第一数据包; 接收响应信息, 响应信息包括目标数据量额度; 使用目标数据量额度, 通过至少一个光节点向第二电节点发送至少一个第一数据包。

一种数据通信方法及装置

5 技术领域

本申请实施例涉及通信技术领域，尤其涉及一种数据通信方法及装置。

背景技术

数据中心网络（Data Center Network，DCN）一般采用 Fat-Tree 的组网模式，为数据中心内的众多服务器（Server）提供全连接的网络，将不同服务器之间的数据进行交换。随着对数据中心带宽要求的持续提升，业界提出了通过光交换替换 fat-tree 组网的核心（Core）层中的部分交换节点的混合组网方式，以达到节省功耗和提高带宽的目的。

比如，如图 1 所示的网络，包括接入层（也可以称为 TOR 层）和核心层，其核心层中使用电交换（即 E 节点）加光交换（即 O 节点）混合的组网方式。在数据流量交换过程中，通常是让突发的小流走核心层的电交换，让持续稳定的大流走核心层的光交换，小流是指持续时间短、数据量较小的流，大流是指持续时间较长、数据量较大的流。这样，电交换可以利用本地的缓存吸收接入层中多个源节点同时去往一个目的节点的突发流量，避免丢包。

但是，上述方法中接入层的节点需要相当大的缓存来区分大流和小流。而且这样也会引入额外的时延。另外，光交换的调度过程本身比较复杂，且只能实现粗粒度的调度，因此，难以保证端到端的服务质量（Quality of Service，QoS）要求。

发明内容

本申请的实施例提供一种数据通信方法及装置，用于降低数据通信过程中的时延，保证端到端的 QoS 要求。

为达到上述目的，本申请的实施例采用如下技术方案：

第一方面，提供一种数据通信方法，应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中，至少两个交换层包括第一层和第二层，第一层包括第一电节点和第二电节点，第二层包括至少一个光节点和第三电节点，第一电节点包括第一虚拟输出队列（VOQ），该方法包括：第一电节点向第二电节点发送请求信息，请求信息用于请求第一 VOQ 的期望数据量额度，第一 VOQ 中存放有发往第二电节点的至少一个第一数据包；接收响应信息，响应信息包括目标数据量额度；使用目标数据量额度，通过至少一个光节点向第二电节点发送至少一个第一数据包。上述技术方案中，第一电节点通过向第二电节点发送请求信息，并接收第二电节点发送的响应信息，使用响应信息包括的目标数据量额度，通过至少一个光节点向第二电节点发送至少一个第一数据包，从而第一电节点无需区分大流量和小流量，降低了数据通信时延，同时按照目标数据量额度发送数据，从而可以保证端到端的 QoS 要求。

在第一方面的一种可能的实现方式中，当第一 VOQ 存在预设数据额度时，第一电节点向第二电节点发送请求信息之前，该方法还包括：使用预设数据量额度，通过

第三电节点向第二电节点发送至少一个第一数据包。上述可能的实现方式中，第一电节点存在预设数据量额度时，第一电节点可直接使用预设数据量额度发送数据，而无需等待往返时延，从而提高了数据通信的效率。

在第一方面的一种可能的实现方式中，请求信息包括请求序列号 SN，请求 SN 与初始 SN 的差值用于指示期望数据量额度，或者请求信息包括第一数值，第一数值用于指示期望数据量额度；和/或，响应信息包括响应序列号 SN，响应 SN 与初始 SN 的差值用于指示目标数据量额度，或者响应信息包括第二数值，第二数值用于指示目标数据量额度。上述可能的实现方式中，提高了请求信息中携带期望数据量额度、和/或响应信息中携带目标数据量额度的多样性。

在第一方面的一种可能的实现方式中，响应信息还包括以下中的任一项：第一电节点的标识、第二电节点的标识、第一 VOQ 的标识、至少一个光节点的标识、至少一个光节点对应的发送路径的标识、至少一个光节点的发送数据量额度、至少一个光节点对应的发送时隙。上述可能的实现方式中，可以使第一电节点按照对应的发送数据量额度和发送时隙向至少一个光节点发送数据，从而降低了数据通信过程中的时延，提高了数据通信的速率。

在第一方面的一种可能的实现方式中，向第二电节点发送请求信息，包括：通过第三电节点向第二电节点发送请求信息；或者，通过至少一个光节点中的任一光节点向第二电节点发送第二数据包，第二数据包中携带请求信息。上述可能的实现方式中，提高了第一电节点发送请求信息的灵活性，且通过第二数据包携带时可以减小节点间的信令交互。

在第一方面的一种可能的实现方式中，接收响应信息包括：接收第二电节点通过第三电节点发送的响应信息；或者，接收第二电节点通过至少一个光节点中的任一光节点发送的第三数据包，第三数据包中携带响应信息。上述可能的实现方式中，提高了第二电节点发送响应信息的灵活性，且通过第三数据包携带时可以减小节点间的信令交互。

第二方面，提供一种数据通信方法，应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中，至少两个交换层包括第一层和第二层，第一层包括第一电节点和第二电节点，第二层包括至少一个光节点和第三电节点，第一电节点包括第一虚拟输出队列（VOQ），该方法包括：第三电节点接收第一电节点发送的请求信息，请求信息用于请求第一 VOQ 的期望数据量额度，第一 VOQ 中存放有发往第二电节点的至少一个第一数据包；向第二电节点发送请求信息；接收第二电节点发送的响应信息，响应信息包括目标数据量额度；向第一电节点发送响应信息。上述技术方案中，第三电节点通过向第二电节点转发请求信息，并向第一电节点转发响应信息，使得第一电节点使用响应信息包括的目标数据量额度，通过至少一个光节点向第二电节点发送至少一个第一数据包，从而第一电节点无需区分大流量和小流量，降低了数据通信时延，同时按照目标数据量额度发送数据，从而可以保证端到端的 QoS 要求。

在第二方面的一种可能的实现方式中，当第一 VOQ 存在预设数据额度时，第三电节点接收第一电节点发送的请求信息之前，还包括：接收第一电节点使用预设数据量额度发送的至少一个第一数据包；向第二电节点发送至少一个第一数据包。上述可

能的实现方式中，第一电节点存在预设数据量额度时，第一电节点可直接使用预设数据量额度，并通过第三电节点转发数据，而无需等待往返时延，从而提高了数据通信的效率。

在第二方面的一种可能的实现方式中，请求信息包括请求序列号 SN，请求 SN 与初始 SN 的差值用于指示期望数据量额度，或者请求信息包括第一数值，第一数值用于指示期望数据量额度；和/或，响应信息包括响应序列号 SN，响应 SN 与初始 SN 的差值用于指示目标数据量额度，或者响应信息包括第二数值，第二数值用于指示目标数据量额度。上述可能的实现方式中，提高了请求信息中携带期望数据量额度、和/或响应信息中携带目标数据量额度的多样性。

在第二方面的一种可能的实现方式中，向第一电节点发送响应信息之前，还包括：根据目标数据量额度，确定至少一个光节点中每个光节点的发送数据量额度；相应地，响应信息还包括以下中的任一项：第一电节点的标识、第二电节点的标识、第一 VOQ 的标识、至少一个光节点的标识、至少一个光节点对应的发送路径的标识、至少一个光节点的发送数据量额度、至少一个光节点对应的发送时隙。上述可能的实现方式中，可以使第一电节点按照对应的发送数据量额度和发送时隙向至少一个光节点发送数据，从而降低了数据通信过程中的时延，提高了数据通信的速率。

在第二方面的一种可能的实现方式中，该方法还包括：向至少一个光节点中的每个光节点发送调度信息，调度信息包括以下信息中的至少一项：第一电节点的标识、第二电节点的标识、第一 VOQ 的标识、光节点对应的发送路径的标识、光节点的发送数据量额度、光节点对应的发送时隙。上述可能的实现方式中，可以使每个光节点按照对应的发送数据量额度和发送时隙接收第一电节点发送的数据，从而降低了数据通信过程中的时延，提高了数据通信的速率。

第三方面，提供一种数据通信方法，应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中，至少两个交换层包括第一层和第二层，第一层包括第一电节点和第二电节点，第二层包括至少一个光节点和第三电节点，第一电节点包括第一虚拟输出队列（VOQ），该方法包括：第二电节点接收请求信息，请求信息用于请求第一 VOQ 的期望数据量额度，第一 VOQ 中存放有发往第二电节点的至少一个第一数据包；发送响应信息，响应信息包括目标数据量额度；接收第一电节点使用目标数据量额度，通过至少一个光节点发送至少一个第一数据包。上述技术方案中，第三电节点通过接收第一电节点发送请求信息，并向发送响应信息，使得第一电节点使用响应信息包括的目标数据量额度，通过至少一个光节点向第二电节点发送至少一个第一数据包，从而第一电节点无需区分大流量和小流量，降低了数据通信时延，同时按照目标数据量额度发送数据，从而可以保证端到端的 QoS 要求。

在第三方面的一种可能的实现方式中，当第一 VOQ 存在预设数据额度时，接收请求信息之前，还包括：接收第一电节点使用预设数据量额度，通过第三电节点向第二电节点发送至少一个第一数据包。上述可能的实现方式中，第一电节点存在预设数据量额度时，第一电节点可直接使用预设数据量额度发送数据，而无需等待往返时延，从而提高了数据通信的效率。

在第三方面的一种可能的实现方式中，请求信息包括请求序列号 SN，请求 SN 与

初始 SN 的差值用于指示期望数据量额度，或者请求信息包括第一数值，第一数值用于指示期望数据量额度；和/或，响应信息包括响应序列号 SN，响应 SN 与初始 SN 的差值用于指示目标数据量额度，或者响应信息包括第二数值，第二数值用于指示目标数据量额度。上述可能的实现方式中，提高了请求信息中携带期望数据量额度、和/或响应信息中携带目标数据量额度的多样性。

在第三方面的一种可能的实现方式中，第二电节点接收请求信息包括：通过第三电节点接收第一电节点发送的请求信息；或者，通过至少一个光节点中的任一光节点接收第一电节点发送的第二数据包，第二数据包中携带请求信息。上述可能的实现方式中，提高了第一电节点发送请求信息的灵活性，且通过第二数据包携带时可以减小节点间的信令交互。

在第三方面的一种可能的实现方式中，发送响应信息包括：通过第三电节点向第一电节点发送响应信息；或者，通过至少一个光节点中的任一节点向第一电节点发送第三数据包，第三数据包中携带响应信息。上述可能的实现方式中，提高了第二电节点发送响应信息的灵活性，且通过第三数据包携带时可以减小节点间的信令交互。

第四方面，提供了一种数据通信装置，该数据通信装置可以实现第一方面至第一方面的任一种可能的实现方式所提供的数据通信方法的功能。功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。硬件或软件包括一个或多个上述功能相应的单元。

在第四方面的一种可能的实现方式中，该数据通信装置作为第一电节点，应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中，至少两个交换层包括第一层和第二层，第一层包括第一电节点和第二电节点，第二层包括至少一个光节点和第三电节点，第一电节点包括第一虚拟输出队列（VOQ），该数据通信装置的结构中包括处理器、存储器、通信接口和总线，处理器、存储器和通信接口通过总线连接，存储器用于存储程序代码，通信接口用于支持数据通信装置进行通信，当该程序代码被处理器执行时，使得该数据通信装置执行以下步骤：向第二电节点发送请求信息，请求信息用于请求第一 VOQ 的期望数据量额度，第一 VOQ 中存放有发往第二电节点的至少一个第一数据包；接收响应信息，响应信息包括目标数据量额度；使用目标数据量额度，通过至少一个光节点向第二电节点发送至少一个第一数据包。

在第四方面的一种可能的实现方式中，当第一 VOQ 存在预设数据额度时，该数据通信装置还执行以下步骤：使用预设数据量额度，通过第三电节点向第二电节点发送至少一个第一数据包。

在第四方面的一种可能的实现方式中，请求信息包括请求序列号 SN，请求 SN 与初始 SN 的差值用于指示期望数据量额度，或者请求信息包括第一数值，第一数值用于指示期望数据量额度；和/或，响应信息包括响应序列号 SN，响应 SN 与初始 SN 的差值用于指示目标数据量额度，或者响应信息包括第二数值，第二数值用于指示目标数据量额度。

在第四方面的一种可能的实现方式中，响应信息还包括以下中的任一项：第一电节点的标识、第二电节点的标识、第一 VOQ 的标识、至少一个光节点的标识、至少一个光节点对应的发送路径的标识、至少一个光节点的发送数据量额度、至少一个光

节点对应的发送时隙。

在第四方面的一种可能的实现方式中，该数据通信装置还执行以下步骤：通过第三电节点向第二电节点发送请求信息；或者，通过至少一个光节点中的任一光节点向第二电节点发送第二数据包，第二数据包中携带请求信息。

5 在第四方面的一种可能的实现方式中，该数据通信装置还执行以下步骤：接收第二电节点通过第三电节点发送的响应信息；或者，接收第二电节点通过至少一个光节点中的任一光节点发送的第三数据包，第三数据包中携带响应信息。

第五方面，提供了一种数据通信装置，数据通信装置可以实现第二方面至第二方面的任一种可能的实现方式所提供的数据通信方法的功能。功能可以通过硬件实现，
10 也可以通过硬件执行相应的软件实现。硬件或软件包括一个或多个上述功能相应的单元。

在第五方面的一种可能的实现方式中，该数据通信装置作为第三电节点，应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中，至少两个交换层包括第一层和第二层，第一层包括第一电节点和第二电节点，第二层包括至少一个光节点和第三电节点，第一电
15 节点包括第一虚拟输出队列（VOQ），该数据通信装置的结构中包括处理器、存储器、通信接口和总线，处理器、存储器和通信接口通过总线连接，存储器用于存储程序代码，通信接口用于支持数据通信装置进行通信，当该程序代码被处理器执行时，使得该数据通信装置执行以下步骤：接收第一电节点发送的请求信息，请求信息用于请求第一 VOQ 的期望数据量额度，第一 VOQ 中存放有发往第二电节点的至少一个第一数
20 据包；向第二电节点发送请求信息；接收第二电节点发送的响应信息，响应信息包括目标数据量额度；向第一电节点发送响应信息。

在第五方面的一种可能的实现方式中，该数据通信装置还执行以下步骤：当第一 VOQ 存在预设数据额度时，接收第一电节点使用预设数据量额度发送的至少一个第一数据包；向第二电节点发送至少一个第一数据包。

25 在第五方面的一种可能的实现方式中，请求信息包括请求序列号 SN，请求 SN 与初始 SN 的差值用于指示期望数据量额度，或者请求信息包括第一数值，第一数值用于指示期望数据量额度；和/或，响应信息包括响应序列号 SN，响应 SN 与初始 SN 的差值用于指示目标数据量额度，或者响应信息包括第二数值，第二数值用于指示目标数据量额度。

30 在第五方面的一种可能的实现方式中，该数据通信装置还执行以下步骤：根据目标数据量额度，确定至少一个光节点中每个光节点的发送数据量额度；相应地，响应信息还包括以下中的任一项：第一电节点的标识、第二电节点的标识、第一 VOQ 的标识、至少一个光节点的标识、至少一个光节点对应的发送路径的标识、至少一个光节点的发送数据量额度、至少一个光节点对应的发送时隙。

35 在第五方面的一种可能的实现方式中，该数据通信装置还执行以下步骤：向至少一个光节点中的每个光节点发送调度信息，调度信息包括以下信息中的至少一项：第一电节点的标识、第二电节点的标识、第一 VOQ 的标识、光节点对应的发送路径的标识、光节点的发送数据量额度、光节点对应的发送时隙。

第六方面，提供了一种数据通信装置，该数据通信装置可以实现第三方面至第三

方面的任一种可能的实现方式所提供的数据通信方法的功能。功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。硬件或软件包括一个或多个上述功能相应的单元。

5 在第六方面的一种可能的实现方式中，该数据通信装置作为第二电节点，应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中，至少两个交换层包括第一层和第二层，第一层包括第一电节点和第二电节点，第二层包括至少一个光节点和第三电节点，第一电节点包括第一虚拟输出队列（VOQ），该数据通信装置的结构中包括处理器、存储器、通信接口和总线，处理器、存储器和通信接口通过总线连接，存储器用于存储程序代码，通信接口用于支持数据通信装置进行通信，当该程序代码被处理器执行时，使得
10 该数据通信装置执行以下步骤：接收请求信息，该请求信息用于请求第一 VOQ 的期望数据量额度，第一 VOQ 中存放有发往第二电节点的至少一个第一数据包；发送响应信息，该响应信息包括目标数据量额度；接收第一电节点使用目标数据量额度，通过至少一个光节点发送至少一个第一数据包。

15 在第六方面的一种可能的实现方式中，该数据通信装置还执行以下步骤：当第一 VOQ 存在预设数据额度时，接收第一电节点使用预设数据量额度，通过第三电节点向第二电节点发送至少一个第一数据包。

20 在第六方面的一种可能的实现方式中，请求信息包括请求序列号 SN，请求 SN 与初始 SN 的差值用于指示期望数据量额度，或者请求信息包括第一数值，第一数值用于指示期望数据量额度；和/或，响应信息包括响应序列号 SN，响应 SN 与初始 SN 的差值用于指示目标数据量额度，或者响应信息包括第二数值，第二数值用于指示目标数据量额度。

25 在第六方面的一种可能的实现方式中，该数据通信装置还执行以下步骤：通过第三电节点接收第一电节点发送的请求信息；或者，通过至少一个光节点中的任一光节点接收第一电节点发送的第二数据包，第二数据包中携带请求信息。

30 在第六方面的一种可能的实现方式中，该数据通信装置还执行以下步骤：通过第三电节点向第一电节点发送响应信息；或者，通过至少一个光节点中的任一节点向第一电节点发送第三数据包，第三数据包中携带响应信息。

35 第七方面，提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令，当计算机程序或指令被运行时，执行上述第一方面或第一方面的任一种可能的实现方式所提供的数据通信方法。

第八方面，提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令，当计算机程序或指令被运行时，执行上述第二方面或第二方面的任一种可能的实现方式所提供的数据通信方法。

35 第九方面，提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令，当计算机程序或指令被运行时，执行上述第三方面或第三方面的任一种可能的实现方式所提供的数据通信方法。

第十方面，提供一种计算机程序产品，计算机程序产品包括计算机程序或指令，当计算机程序或指令被运行时，执行上述第一方面或第一方面的任一种可能的实现方式所提供的数据通信方法。

第十一方面，提供一种计算机程序产品，其特征在于，计算机程序产品包括计算机程序或指令，当计算机程序或指令被运行时，执行上述第二方面或第二方面的任一种可能的实现方式所提供的数据通信方法。

5 第十二方面，提供一种计算机程序产品，其特征在于，计算机程序产品包括计算机程序或指令，当计算机程序或指令被运行时，执行上述第三方面或第三方面的任一种可能的实现方式所提供的数据通信方法。

第十三方面，提供一种数据通信网络，该数据通信网络包括至少两个交换层的数据通信网络中，至少两个交换层包括第一层和第二层，第一层包括第一电节点和第二电节点，第二层包括至少一个光节点和第三电节点，第一电节点包括第一虚拟输出队列（VOQ）。其中，第一电节点可以为上述各方面所提供的的第一电节点，用于支持第一电节点执行上述第一方面或第一方面的任一种可能的实现方式所提供的数据通信方法；和/或，第三电节点为上述各方面所提供的第三电节点，用于支持第三电节点执行上述第二方面或第二方面的任一种可能的实现方式所提供的数据通信方法；和/或，第二电节点为上述各方面所提供的第二电节点，用于支持第二电节点执行上述第三方面或第三方面的任一种可能的实现方式所提供的数据通信方法。

可以理解地，上述提供的任一种数据通信方法的装置、计算机存储介质、计算机程序产品、或者数据通信网络均用于执行上文所提供的对应的方法，因此，其所能达到的有益效果可参考上文所提供的对应的方法中的有益效果，此处不再赘述。

附图说明

- 20 图 1 为一种数据通信网络的结构示意图；
图 2 为本申请实施例提供的一种数据通信网络的结构示意图一；
图 3 为本申请实施例提供的一种数据通信网络的结构示意图二；
图 4 为本申请实施例提供的一种源节点的结构示意图；
图 5 为本申请实施例提供的一种目的节点的结构示意图；
25 图 6 为本申请实施例提供的一种数据通信方法的流程示意图一；
图 7 为本申请实施例提供的一种数据通信方法的流程示意图二；
图 8 为本申请实施例提供的一种数据通信方法的流程示意图三；
图 9 为本申请实施例提供的一种数据通信网络的结构示意图三；
图 10 为本申请实施例提供的一种数据通信装置的结构示意图一；
30 图 11 为本申请实施例提供的一种数据通信装置的结构示意图二；
图 12 为本申请实施例提供的一种数据通信装置的结构示意图三；
图 13 为本申请实施例提供的一种数据通信装置的结构示意图四；
图 14 为本申请实施例提供的一种数据通信装置的结构示意图五；
图 15 为本申请实施例提供的一种数据通信装置的结构示意图六。

35 具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行描述。其中，在本申请的描述中，除非另有说明，“多个”是指两个或两个以上。另外，为了便于清楚描述本申请实施例的技术方案，在本申请的实施例中，采用了“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分。本领域技术人员可以

理解“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定。

本申请实施例应用于混合组网模式的数据通信网络中，一种典型的数据通信网络的架构可以为包括三个交换层（即包括接入层、汇聚层和核心层）的组网模式，也可以为包括两个交换层（即包括接入层和核心层）的组网模式。数据通信网络中的每个交换层中都可以包括多个节点，比如，接入层可以包括多个接入（Access）节点，汇聚层中包括多个汇聚（Aggregation）节点，核心层包括多个核心（Core）节点，接入节点和汇聚节点均为电交换节点（也可以称为E节点），核心节点中同时包括电交换节点和光交换节点（也可以称为O节点）。

其中，当数据通信网络的架构为包括三个交换层的混合组网模式时，接入节点的下行端口与需要进行数据流量交换的服务器连接，其上行端口与汇聚节点的下行端口连接，汇聚节点的上行端口与核心节点连接。汇聚层和接入层可以被划分为多个群组（Pod），一个Pod中可以包括多个接入节点和多个汇聚节点，且每个接入节点与多个汇聚节点全连接。此外，核心层中的多个核心节点可以被划分为多个核心平面，每个核心平面分别和各Pod中的不同汇聚节点连接；或者，核心层中的多个核心节点不划分核心平面，核心层中的电交换节点与所有的汇聚节点连接，光交换节点各自连接部分或者全部的汇聚节点。

当数据通信网络的架构为包括两个交换层的混合组网模式时，接入节点的下行端口与需要进行数据流量交换的服务器连接，其上行端口直接与核心节点连接。接入层可以被划分为多个群组（Pod），一个Pod中可以包括多个接入节点。此外，核心层中的多个核心节点可以被划分为多个核心平面，每个核心平面分别和各Pod中的不同接入节点连接；或者，核心层中的多个核心节点不划分核心平面，核心层中的电交换节点与所有的接入节点连接，光交换节点各自连接部分或者全部的接入节点。

本申请实施例以数据通信网络的架构为包括三个交换层的混合组网模式，且核心层被划分为多个核心平面为例进行说明。图2为一种数据通信网络的架构示意图，参见图2，该数据通信网络中包括接入层、汇聚层和核心层。

图2中仅以数据通信网络包括3个Pod，一个Pod内包括3个接入节点和4个汇聚节点，每个核心平面包括两个核心节点为例进行说明。图2中的接入节点可以表示为A1~A9，汇聚节点可以表示为B1~B12，核心节点可以表示为C1~C8（C1、C3、C5和C7为电交换节点，C2、C4、C6和C8为光交换节点），3个Pod分别表示为Pod1~Pod3。

其中，当一个Pod内不同接入节点连接的服务器之间进行数据流量交换时，可以通过与接入节点在同一Pod内的汇聚节点实现，比如，接入节点A1和接入节点A3连接的服务器需要进行数据流量交换，则接入节点A1可以通过汇聚节点B1将其连接的服务器的数据流发送给接入节点A3。当不同Pod内的接入节点连接的服务器之间进行数据流量交换时，可以通过与接入节点在同一Pod内的汇聚节点、以及与汇聚节点连接的核心节点实现，比如，接入节点A1和接入节点A5连接的服务器需要进行数据流量交换，则接入节点A1可以将其连接的服务器的数据流发送给汇聚节点B1，由汇聚节点B1转发给核心节点C1，再由C1通过汇聚节点B5发送给接入节点A5。

需要说明的是，图2示出的数据通信网络的结构仅为示例性的，并不构成对其结构的限定。在实际应用中，数据通信网络的每个交换层中还可以包括比图示更多或者

更少的节点，或者数据通信网络还可以为包括两个交换层的网络，或者核心层中的多个核心节点可以被划分为多个核心平面，也可以不划分为多个核心平面，本申请实施例对此不做具体限定。

5 便于理解，如图 3 所示，这里可以将包括三个交换层的数据通信网络中连接到同一核心平面的多个汇聚节点（比如， n 个）和一个核心平面内的多个核心节点看作一个 $n \times n$ 的交换网（Switch Fabric, SF）系统。该 $n \times n$ 的 SF 中包括 n 个源节点（Source, S）和 n 个目的节点（Destination, D），以及中间级的 m 个核心节点（Switch Element, SE）。其中，图 3 中的 S_i 和 D_i 为同一个汇聚节点（ i 的取值依次为 1 至 n ），即 n 个源节点和 n 个目的节点是连接到同一核心平面的 n 个汇聚节点在分别作为发送节点和接收节点时按功能划分出的节点。 n 个汇聚节点中的每个汇聚节点可以包括多个端口，对于 S 来说，该多个端口为输入端口（Input Port），对于 D 来说，该多个端口为输出端口（Output Port）。包括三个交换层的数据通信网络可以看作是由多个交换网组成，每个交换网络都采用相同的控制机制。

15 类似地，包括两个交换层的数据通信网络也可以看作由多个交换网组成，不同之处在于， n 个源节点和 n 个目的节点是连接到同一核心平面的 n 个接入节点在分别作为发送节点和接收节点时按功能划分出的节点，本申请实施例对此不再赘述。

如图 3 所示的交换网可以完成将从 S 接收到的数据包（Packet）交换到 D 的操作，数据包通过 SE 的时候，可以保持原本变长包（Variable-length Packet）的格式，也可以被 S 先切成信元（Cell）发送，待 D 接收到所有 Cell 之后，再重组成完整的数据包。在这样的交换网中，S 通常可以将接收到的数据包尽量均匀地分发到各 SE。S 发出的数据包通常携带 D 的信息，SE 根据携带的信息向对应的 D 转发数据包。

20 S 通过输入端口从系统外部接收数据包，通常 S 内置多个虚拟输出队列（Virtual Output Queue, VOQ）用于缓存去往不同 D 的数据包（或者是用于缓存去往不同 D 的不同输出端口的数据包；或者是多个 VOQ 对应更细粒度的流，即多个 VOQ 用于缓存不同粒度的流的数据包），VOQ 可用于保障端到端的 QoS，是防止头阻塞（Head-of-line Blocking, HOL Blocking）的手段。对于 $n \times n$ 的交换网络而言，每个 S 中一般至少有 n 个 VOQ 对应 n 个 D，若进一步根据 D 的输出端口或要求更高的粒度进行细分，还可以包括更多的 VOQ。

30 如图 4 所示为一种源节点（S）的结构示意图，该 S 中包括多个输入端口、队列管理器（Queue Manager, QM）、入口调度器（Ingress Scheduler, ISC）和网络接口（Fabric Interface）。其中，QM 可用于管理 K 个 VOQ（ K 为正整数），ISC 可用于调度 QM 中的 K 个 VOQ，调度输出的数据包可通过网络接口切成信元，并添加信元头（Header）后发送给 SE，或者直接按照数据包发送给 SE。

35 如图 5 所示为一种目的节点（D）的结构示意图，该 D 中包括多个输出端口、队列管理器（Queue Manager, QM）、出口调度器（Egress Scheduler, ESC）和网络接口（Fabric Interface）。其中，QM 可用于管理 L 个输出队列（Output Queue, OQ）， L 为正整数， L 个 OQ 用于缓存去往不同输出的数据包，ESC 可用于调度 QM 中的 L 个 OQ。

比如，S 中的 ISC 可以根据 S 中 VOQ 的状态向对应的 D 发送请求，D 中的 ESC

接收到请求之后完成调度，并将调度结果告知 ISC。ISC 根据调度结果调度 S 中 VOQ 中的数据包的出队。其中，D 中的 ESC 在调度的过程中，可以考虑不同请求的 QoS 特性，以及 D 中各 OQ 的拥塞程度。

本领域技术人员可以理解的是，本申请实施例描述的数据通信网络、以及源节点和目的节点的结构是为了更加清楚的说明本申请实施例的技术方案，并不构成对于本申请实施例提供的技术方案的限定。

图 6 为本申请实施例提供的一种数据通信方法的结构示意图，应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中，至少两个交换层包括第一层和第二层，第一层包括第一电节点和第二电节点，第二层包括至少一个光节点和第三电节点，第一电节点包括第一虚拟输出队列（VOQ），该方法包括以下几个步骤。

步骤 601: 第一电节点向第二电节点发送请求信息，该请求信息用于请求第一 VOQ 的期望数据量额度，第一 VOQ 中存放有发往第二电节点的至少一个第一数据包。

其中，当该数据通信网络包括两个交换层时，第一层可以为接入层，第一电节点和第二电节点可以为接入节点，第二层可以为核心层，至少一个光节点和第三电节点可以为核心节点。当该数据通信网络包括三个交换层时，第一层可以为汇聚层，第一电节点和第二电节点可以为汇聚节点，第二层可以为核心层，至少一个光节点和第三电节点可以为核心节点。

另外，第一电节点可以为源节点，第二电节点可以为目的节点。第一电节点可以包括多个 VOQ，每个 VOQ 可以对应不同的目的节点，第一 VOQ 是多个 VOQ 中的任意一个，且用于缓存发往第二电节点的数据包，即第一 VOQ 对应的目的节点为第二电节点。

再者，至少一个第一数据包是指第一电节点通过输入端口从系统外部接收到，且是发往第二电节点的数据包。至少一个第一数据包中可以包括一个或者多个第一数据包，每个第一数据包中可以包括不同的数据，且每个第一数据包对应的数据量可以相同、也可以不同。

具体的，当第一电节点通过输入端口接收到发往第二电节点的至少一个第一数据包时，第一电节点可以将至少一个第一数据包存放在第二电节点对应的第一 VOQ 中。第一电节点在通过数据通信网络向第二电节点发送至少一个第一数据包时，第一电节点可以向第二电节点发送用于请求第一 VOQ 的期望数据量额度的请求信息，该请求信息可以由第一电节点生成，期望数据量额度可以是指第一电节点期望将第一 VOQ 中存放的数据发送给第二电节点的数据量，比如，第一 VOQ 中存放有 10 个第一数据包，第一电节点期望将前 5 个第一数据包发送给第二电节点，则该期望数据量额度可以为前 5 个第一数据包的总数据量。

可选地，第一电节点可以向第三电节点发送该请求信息，当第三电节点接收到该请求信息时，第三电节点可以将该请求信息转发给第二电节点。或者，当第一电节点已通过至少一个光节点向第二电节点传输数据时，第一电节点可以将该请求信息携带在发送的数据中，比如，携带在第二数据包中，并将携带该请求信息的第二数据包发送给至少一个光节点中的任一光节点，以使该光节点将携带该请求信息的第二数据包转发给第二电节点。

另外，该请求信息中可以包括用于直接指示期望数据量额度的信息，也可以包括用于间接指示期望数据量额度的信息。当该请求信息中包括用于直接指示期望数据量额度的信息时，该信息可以直接为期望数据量额度对应的数值，比如，该请求信息中包括数值 200，则用于指示期望数据量额度为 200 KB。当该请求信息中包括用于间接指示期望数据量额度的信息时，可以通过以下两种方式来实现，具体包括：该请求信息包括请求序列号（Sequence Number，SN），请求 SN 与初始 SN 的差值用于指示期望数据量额度，初始 SN 可以为第一 VOQ 对应的当前 SN，且第一电节点和第二电节点可以保存该初始 SN，比如，请求 SN 为 10、初始 SN 为 4，则期望数据量额度可以为 $(10-4) * \Delta F$ ；或者，该请求信息包括第一数值，第一数值用于指示该期望数据量额度，比如，第一数值为 6，则期望数据量额度可以为 $6 * \Delta F$ 。

需要说明的是， ΔF 可以为单位数据量，比如， ΔF 为 4KB、8KB 等等，该单位数据量可以事先进行设置或者配置。

步骤 602：第二电节点接收该请求信息。其中，步骤 602 中的请求信息与步骤 601 中的一致，具体参见相关描述，本申请实施例在此不再赘述。

当第二电节点接收到该请求信息时，第二电节点可以解析该请求信息，从而得到该请求信息包括的期望数据量额度。

步骤 603：第二电节点发送响应信息，该响应信息包括目标数据量额度。

当第二电节点接收到该请求信息后，第二电节点可以根据该请求信息确定目标数据量额度，或者根据该请求信息和其自身的 VOQ 的状态等确定目标数据量额度，目标数据量额度是第二电节点确定的允许第一电节点发送的数据量。目标数据量额度可以等于或者小于期望数据量额度，当然也可以大于期望数据量额度。比如，当第二电节点中 VOQ 的状态比较空闲，其可接收的数据量大于或者等于期望数据量额度时，第二电节点可以将期望数据量额度确定为目标数据量额度，或者确定大于期望数据量额度的目标数据量额度；当第二电节点中 VOQ 的状态比较拥塞，其可接收的数据量小于期望数据量额度时，第二电节点可以将确定小于期望数据量额度的目标数据量额度。之后，第二电节点可以将发送响应信息，并在该响应信息中携带目标数据量额度，该响应信息可以由第二电节点生成。

可选地，第二电节点可以向第三电节点发送该响应信息，当第三电节点接收到该响应信息时，第三电节点可以将该响应信息转发给第一电节点。或者，当第二电节点已通过至少一个光节点向第一电节点传输数据时，第一电节点可以将该响应信息携带发送的数据中，比如，携带在第三数据包中，并将携带该响应信息的第三数据包发送给至少一个光节点中的任一光节点，以使该光节点将携带该响应信息的第三数据包转发给第一电节点。

另外，该响应信息中可以包括用于直接指示目标数据量额度的信息，也可以包括用于间接指示目标数据量额度的信息。需要说明的是，该响应信息中用于指示目标数据量额度的方式与上述请求信息中用于指示期望数据量额度的方式类似，具体参见相关描述，本申请实施例在此不再赘述。

进一步地，该响应信息中还可以包括以下信息中至少一项：第一电节点的标识、第二电节点的标识、第一 VOQ 的标识、至少一个光节点的标识、至少一个第一数据

包的发送路径的标识。

其中，第一电节点的标识可以是第一电节点的地址或者编号等。第二电节点的标识可以是第二电节点的地址或者编号等。第一 VOQ 的标识可以是第一 VOQ 的编号等。至少一个光节点的标识可以包括一个或者多个光节点的标识，每个光节点的标识可以是该光节点的地址或者编号等。至少一个第一数据包的发送路径可以包括一条或者多条路径，每条路径可以有对应的路径标识，比如，路径标识为路径对应的路由表等，当至少一个光节点包括一个光节点时，所述发送路径可以包括一条路径，当至少一个光节点包括多个光节点时，所述发送路径可以包括多条路径。

步骤 604：当第一电节点接收到该响应信息时，第一电节点使用目标数据量额度，通过至少一个光节点向第二电节点发送至少一个第一数据包。

当第一电节点接收到该响应信息时，第一电节点可以解析该响应信息，从而得到该目标数据量额度，并使用目标数据量额度，分别向至少一个光节点中的每个光节点发送第一数据包，当至少一个光节点中的每个光节点接收到第一数据包时，至少一个光节点将接收到的第一数据包转发给第二电节点。

比如，目标数据量额度为 100 KB，至少一个第一数据包中前四个数据包的总数据量为 100 KB，至少一个光节点包括两个光节点，则第一电节点可以向所述两个光节点中的第一个光节点发送前两个第一数据包，向第二个光节点发送后两个第一数据包，以使所述两个光节点分别将接收到的第一数据包转发给第二电节点。或者，第一电节点可以向所述两个光节点中的第一个光节点发送前三个第一数据包，向第二个光节点发送后一个第一数据包，以使所述两个光节点分别将接收到的第一数据包转发给第二电节点。或者，第一电节点可以向所述两个光节点中的第一个光节点发送前一个第一数据包，向第二个光节点发送后三个第一数据包，以使所述两个光节点分别将接收到的第一数据包转发给第二电节点。本申请实施例对此不做具体限定。

可选地，第一电节点可以通过该响应信息确定至少一个光节点，比如，通过该响应信息中包括的至少一个光节点的标识确定至少一个光节点，或者通过该响应信息中包括的至少一个第一数据包的发送路径的标识确定至少一个光节点。或者，在第一电节点发送至少一个第一数据包之前，可以为第一电节点配置使用至少一个光节点转发第一数据包等。本申请实施例对此不做具体限定。

步骤 605：第二电节点接收至少一个第一数据包。

当第一电节点将至少一个第一数据包发送给至少一个光节点，至少一个光节点中的每个光节点将其接收到的第一数据包转发给第二电节点时，第二电节点可以接收到至少一个第一数据包。

进一步地，当目标数据量额度小于至少一个第一数据包的总数据量，即第一电节点使用目标数据量额度未将至少一个第一数据包全部发送给第二电节点时，第一电节点和第二电节点还可以重复执行上述步骤 601-步骤 605，以将至少一个第一数据包全部发送给第二电节点。

在本申请实施例中，第一电节点在向第二电节点发送至少一个第一数据包时，可以向第二电节点发送请求信息，并接收第二电节点发送的响应信息，之后，使用该响应信息包括的目标数据量额度，通过至少一个光节点将至少一个第一数据包发送给第

二电节点发，从而使得第一电节点无需区分大流量和小流量，降低了流量缓存时延，同时第一电节点在通过光节点发送数据流量时，可以按照目标数据量额度进行发送，从而可以保证端到端的 QoS 要求。

5 进一步地，结合图 6，参见图 7，在步骤 601 之前，该方法还包括：步骤 600a-步骤 600b。

步骤 600a：第一电节点使用预设数据量额度，通过第三电节点向第二电节点发送至少一个第一数据包。

10 当第一电节点存在预设数据量额度时，第一电节点可以直接使用预设数据量额度，向第三电节点发送至少一个第一数据包，第三电节点在接收到第一数据包时，可以将接收到的第一数据包转发给第二电节点。第一电节点使用预设数据量额度发送的第一数据包可以是该至少一个第一数据包中的部分或者全部数据包，且具体与预设数据量额度有关。

15 其中，预设数据量额度可以事先进行设置，比如，预设数据量额度可以为 50 KB、100 KB 或者 150KB 等等，本申请实施例对此不做具体限定。

进一步地，当预设数据量额度小于至少一个第一数据包的总数据量，即第一电节点使用预设数据量额度未将至少一个第一数据包全部发送给第二电节点时，第一电节点和第二电节点还可以执行上述步骤 601-步骤 605，以将至少一个第一数据包全部发送给第二电节点。

20 比如，第一电节点可以根据预设数据量额度，通过第三电节点向第二电节点发送，该部分或者全部数据包无需等待往返时延（Round-Trip Time，RTT）即可发送。

步骤 600b：第二电节点接收第一电节点通过第三电节点发送的至少一个第一数据包。

25 当第一电节点将至少一个第一数据包发送给第三电节点时，第三电节点可以将其接收到的第一数据包转发给第二电节点，以使第二电节点接收到至少一个第一数据包。

30 在本申请实施例中，第一电节点在向第二电节点发送至少一个第一数据包时，可以使用预设数据量额度，并通过第三电节点向第二电节点发送第一数据包，从而可以减少节点间的信令交互，提高数据传输效率。

进一步地，结合图 6，参见图 8，在步骤 603 之后、步骤 604 之前，该方法还包括：步骤 603a-步骤 603b。

35 步骤 603a：第三电节点根据目标数据量额度，确定至少一个光节点中每个光节点的发送数据量额度。

在第二电节点通过第三电节点向第一电节点发送该响应信息的过程中，第三电节点在接收到第二电节点发送的该响应信息时，第三电节点可以获取该响应信息中包括的目标数据量额度，并根据目标数据量额度确定至少一个光节点中每个光节点的发送数据量额度。此外，第三电节点还可以确定至少一个光节点对应的发送时隙（Slot）。

相应地，当第三电节点向第一电节点发送该响应信息时，该响应信息还可以包括以下信息中的至少一项：至少一个光节点的发送数据量额度、至少一个光节点对应的发送时隙。

其中，至少一个光节点包括一个或者多个光节点，每个光节点的发送数据量额度

是指第一电节点在通过至少一个光节点中的每个光节点向第二电节点发送至少一个第一数据包时, 向每个光节点发送的第一数据包的数据量。不同光节点的发送数据量额度可以相同, 也可以不同, 本申请实施例对此不作具体限定。

5 另外, 至少一个光节点对应的发送时隙包括一个或者多个光节点对应的发送时隙, 一个光节点对应的发送时隙可以是指第一电节点向该光节点发送第一数据包的发送时隙, 从而该光节点可以在对应的时隙接收第一电节点发送的第一数据包。不同的光节点对应的发送时隙不同。

10 比如, 至少一个光节点包括三个光节点(比如, 光节点 1~光节点 3), 目标数据量额度为 250 KB, 光节点 1-光节点 3 的发送数据量额度可以依次为 100 KB、100KB 和 50 KB, 光节点 1-光节点 3 的对应的发送时隙可以依次为时隙 1、时隙 2 和时隙 3, 假设每个第一数据包的数据量相同且为 50KB, 则当第一电节点接收到该响应信息, 并向至少一个光节点发送第一数据包时, 第一电节点可以在时隙 1 上向光节点 1 发送两个第一数据包(即数据量为 100 KB), 在时隙 2 上向光节点 2 发送两个第一数据包(即数据量为 100 KB), 在时隙 3 上向光节点 3 发送一个第一数据包(即数据量为 50 KB)。

15 具体地, 当第三电节点向第一电节点发送该响应信息时, 第三电节点可以将至少一个光节点的发送数据量额度、至少一个光节点对应的发送时隙中的至少一项携带在该响应信息中一起发送给第一电节点, 使得第一电节点在通过至少一个光节点向第二电节点发送至少一个第一数据包时, 按照该响应信息中每个光节点的发送数据量额度、和/或每个光节点对应的发送时隙发送至少一个第一数据包。

20 可选地, 第三电节点也可以通过与该响应信息不同的其他信息将至少一个光节点的发送数据量额度、至少一个光节点对应的发送时隙中的至少一项发送给第一电节点, 通过该响应信息携带可以减少节点间的信令交互。本申请实施例对此不作具体限定。

步骤 603b: 第三电节点向至少一个光节点中的每个光节点发送调度信息。

25 其中, 该调度信息包括以下信息中的至少一项: 第一电节点的标识、第二电节点的标识、第一 VOQ 的标识、该光节点对应的发送路径的标识、该光节点的发送数据量额度、该光节点对应的发送时隙。

30 当第三电节点确定至少一个光节点的发送数据量额度、和/或至少一个光节点对应的发送时隙时, 第三电节点可以生成调度信息, 以及向至少一个光节点中的每个光节点发送调度信息, 以使每个光节点接收到各自对应的调度信息, 并按照各自对应的调度信息接收第一电节点发送的第一数据包, 以及将接收到的第一数据包发送给第二电节点。

需要说明的是, 上述调度信息中的每一项与上述实施例中该响应信息中对应的每一项的描述一致, 具体参见上述描述, 本申请实施例在此不再赘述。

35 为便于理解, 这里以图 9 所示的数据通信网络为例对本申请中的方法进行举例说明。图 9 所示的数据通信网络包括接入层、汇聚层和核心层, 接入层和汇聚层被划分为 48 个 Pod (即 Pod0~Pod47), 每个 Pod 中包括两个接入节点(即 A1~A2)和多个汇聚节点(即 S1~Sn / D1~Dn), 核心层中的每个平面包括 48 个核心节点(C0~C47), 其中 C0 为电节点, C1~C47 为光节点。假设第一电节点为 Pod0 中的 S1、第二电节点为 Pod47 中的 D1, 第三电节点为第一个平面中的 C0, 至少一个光节点为第一个平面

中的 C1~C47。

当第一电节点 (S1) 向第二电节点 (D1) 发送至少一个第一数据包时, S1 与 D1 之间的数据通信路径可以如图 9 中的 P1~P4。当至少一个第一数据包为小流量, S1 存在预设数据量额度时, S1 可以通过路径 P1 将至少一个第一数据包发送给 D1。或者, S1 通过路径 P1 向 D1 发送请求信息, D1 通过路径 P2 和 P3 将响应信息发送给 S1, 第一个平面中的 C0 在转发该响应信息时可以为第一个平面中 C1~C47 分配发送数据量额度和发送时隙, 并将其携带在该响应信息中发送给 S1。当 S1 接收到该响应信息时, S1 可以根据每个光节点对应的发送数据量额度和发送时隙等, 依次通过路径 P4 向第二电节点发送至少一个第一数据包, 路径 P4 是指 S1 通过至少一个光节点 (比如, 第一个平面中的 C1~C47) 向第二电节点发送第一数据包的路径, 可以包括多条路径。

本申请实施例提供的数据通信方法中, 基于端到端 (end to end, E2E) 的调度机制进行数据通信, 避免了当前混合组网中需要先识别大流量、小流量的问题, 简化了光节点控制面的设计, 减少了汇聚节点的缓存压力, 同时可以提供更高的 QoS 特性。

上述主要从各个节点之间交互的角度对本申请实施例提供的方案进行了介绍。可以理解的是, 各个网元, 例如第一电节点、第二电节点和第三电节点等, 为了实现上述功能, 其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到, 结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤, 本申请能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行, 取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能, 但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

本申请实施例可以根据上述方法示例对第一电节点、第二电节点和第三电节点进行功能模块的划分, 例如, 可以对应各个功能划分各个功能模块, 也可以将两个或两个以上的功能集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现, 也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是, 本申请实施例中对模块的划分是示意性的, 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。下面以采用对应各个功能划分各个功能模块为例进行说明:

在采用集成的单元的情况下, 图 10 示出了上述实施例中所涉及的数据通信装置的一种可能的结构示意图。该数据通信装置可以为第一电节点或者第一电节点内置的芯片, 该数据通信装置包括: 发送单元 1001 和接收单元 1002。其中, 发送单元 1001 用于支持该数据通信装置执行方法实施例中的步骤 601、步骤 604、和/或步骤 600a; 接收单元 1002 支持该数据通信装置执行方法实施例中接收步骤 603 发送的响应信息的步骤。可选地, 该数据通信装置还可以包括处理单元 1003, 处理单元 1003 用于执行该数据通信装置生成请求信息、和/或解析响应信息的步骤。上述方法实施例涉及的所有相关内容均可以援引到对应功能模块的功能描述, 在此不再赘述。

在采用硬件实现的基础上, 本申请中的处理单元 1003 可以为数据通信装置的处理单元, 发送单元 1001 可以为数据通信装置的发送器, 接收单元 1002 可以为数据通信装置的接收器, 发送器通常可以和接收器集成在一起用作收发器, 具体的收发器还可以称为通信接口。

图11所示，为本申请的实施例提供的上述实施例中所涉及的数据通信装置的一种可能的逻辑结构示意图。该数据通信装置可以为第一电节点或者第一电节点内置的芯片，该数据通信装置包括：处理器1102和通信接口1103。处理器1102用于对该数据通信装置动作进行控制管理，例如，处理器1102用于支持该数据通信装置执行方法实施
5 例中生成请求信息、解析响应信息，和/或用于本文所描述的技术的其他过程。此外，该数据通信装置还可以包括存储器1101和总线1104，处理器1102、通信接口1103以及存储器1101通过总线1104相互连接；通信接口1103用于支持该数据通信装置进行通信；存储器1101用于存储该数据通信装置的程序代码和数据。

其中，处理器1102可以是中央处理器单元，通用处理器，数字信号处理器，专用
10 集成电路，现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件、硬件部件或者其任意组合。其可以实现或执行结合本申请公开内容所描述的各种示例性的逻辑方框，模块和电路。所述处理器也可以是实现计算功能的组合，例如包含一个或多个微处理器组合，数字信号处理器和微处理器的组合等等。总线1104可以是外设部件互连标准（Peripheral Component Interconnect, PCI）总线或扩展工业标准结构（Extended
15 Industry Standard Architecture, EISA）总线等。所述总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图11中仅用一条粗线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

在采用集成的单元的情况下，图12示出了上述实施例中所涉及的数据通信装置的一种可能的结构示意图。该数据通信装置可以为第二电节点或者第二电节点内置的芯片，该数据通信装置包括：接收单元1201和发送单元1202。其中，接收单元1201用
20 于支持该数据通信装置执行方法实施例中的步骤602、步骤605、和/或步骤600b；发送单元1202支持该数据通信装置执行方法实施例中的步骤603。可选地，该数据通信装置还可以包括处理单元1203，处理单元1203用于执行该数据通信装置解析请求信息、和/或生成响应信息的步骤。上述方法实施例涉及的各步骤的所有相关内容均可以
25 援引到对应功能模块的功能描述，在此不再赘述。

在采用硬件实现的基础上，本申请中的处理单元1203可以为数据通信装置的处理
器，接收单元1201可以为数据通信装置的接收器，发送单元1202可以为数据通信装置的发送器，发送器通常可以和接收器集成在一起用作收发器，具体的收发器还可以
称为通信接口。

图13所示，为本申请的实施例提供的上述实施例中所涉及的数据通信装置的一种可能的逻辑结构示意图。该数据通信装置可以为第二电节点或者第二电节点内置的芯片，该数据通信装置包括：处理器1302和通信接口1303。处理器1302用于对该数据通
30 信装置动作进行控制管理，例如，处理器1302用于支持该数据通信装置执行方法实施例中解析请求信息、生成响应信息，和/或用于本文所描述的技术的其他过程。此外，该数据通信装置还可以包括存储器1301和总线1304，处理器1302、通信接口1303以及存储器1301通过总线1304相互连接；通信接口1303用于支持该数据通信装置进行通信；存储器1301用于存储该数据通信装置的程序代码和数据。

其中，处理器1302可以是中央处理器单元，通用处理器，数字信号处理器，专用
集成电路，现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件、硬件部件

或者其任意组合。其可以实现或执行结合本申请公开内容所描述的各种示例性的逻辑方框，模块和电路。所述处理器也可以是实现计算功能的组合，例如包含一个或多个微处理器组合，数字信号处理器和微处理器的组合等等。总线 1304 可以是外设部件互连标准（PCI）总线或扩展工业标准结构（EISA）总线等。所述总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图 13 中仅用一条粗线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

在采用集成的单元的情况下，图 14 示出了上述实施例中所涉及的数据通信装置的一种可能的结构示意图。该数据通信装置可以为第三电节点或者第三电节点内置的芯片，该数据通信装置包括：接收单元 1401 和发送单元 1402。其中，接收单元 1401 用于支持该数据通信装置执行方法实施例中接收第一电节点发送的请求信息的步骤、接收第二电节点发送的响应信息的步骤、和/或接收步骤 600a 发送的第一数据包的步骤；发送单元 1402 支持该数据通信装置执行方法实施例中向第二电节点转发请求信息的步骤、向第一电节点发送响应信息的步骤、向至少一个光节点发送调度信息的步骤、和/或向第二电节点转发第一数据包的步骤。可选地，该数据通信装置还可以包括处理单元 1403，处理单元 1403 用于执行该数据通信装置执行方法实施例中的步骤 603a、解析响应信息的步骤、和/或生成调度信息的步骤。上述方法实施例涉及的所有相关内容均可以援引到对应功能模块的功能描述，在此不再赘述。

在采用硬件实现的基础上，本申请中的处理单元 1403 可以为数据通信装置的处理单元，接收单元 1401 可以为数据通信装置的接收器，发送单元 1402 可以为数据通信装置的发送器，发送器通常可以和接收器集成在一起用作收发器，具体的收发器还可以称为通信接口。

图15所示，为本申请的实施例提供的上述实施例中所涉及的数据通信装置的一种可能的逻辑结构示意图。该数据通信装置可以为第三电节点或者第三电节点内置的芯片，该数据通信装置包括：处理器1502和通信接口1503。处理器1502用于对该数据通信装置动作进行控制管理，例如，处理器1502用于支持该数据通信装置执行方法实施例中的步骤603a、解析响应信息的步骤、生成调度信息的步骤，和/或用于本文所描述的技术的其他过程。此外，该数据通信装置还可以包括存储器1501和总线1504，处理器1502、通信接口1503以及存储器1501通过总线1504相互连接；通信接口1503用于支持该数据通信装置进行通信；存储器1501用于存储该数据通信装置的程序代码和数据。

其中，处理器 1502 可以是中央处理器单元，通用处理器，数字信号处理器，专用集成电路，现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件、硬件部件或者其任意组合。其可以实现或执行结合本申请公开内容所描述的各种示例性的逻辑方框，模块和电路。所述处理器也可以是实现计算功能的组合，例如包含一个或多个微处理器组合，数字信号处理器和微处理器的组合等等。总线 1504 可以是外设部件互连标准（PCI）总线或扩展工业标准结构（EISA）总线等。所述总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图 15 中仅用一条粗线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

在本申请的另一实施例中，还提供一种数据通信系统，该数据通信系统数据通信网络包括至少两个交换层的数据通信网络中，至少两个交换层包括第一层和第二层，

第一层包括第一电节点和第二电节点，第二层包括至少一个光节点和第三电节点，第一电节点包括第一虚拟输出队列（VOQ）。其中，第一电节点可以为上述装置实施例中所提供的第一电节点，用于支持第一电节点执行方法实施例中第一电节点的步骤；和/或，第二电节点为上述装置实施例所提供的第二电节点，用于支持第二电节点执行方法实施例中第二电节点的步骤；和/或，第三电节点为上述装置实施例所提供的第三电节点，用于支持第三电节点执行方法实施例中第三电节点的步骤。

本申请装置实施例的第一电节点、第二电节点和第三电节点可分别对应于本申请方法实施例中的第一电节点、第二电节点和第三电节点。并且，第一电节点、第二电节点和第三电节点的各个模块和其它操作和/或功能分别为了实现上述方法实施例的相应流程，为了简洁，本申请方法实施例的描述可以适用于该装置实施例，在此不再赘述。

本申请装置实施例的有益效果可参考上述对应的方法实施例中的有益效果，此处不再赘述。另外，本申请装置实施例中相关内容的描述也可以参考上述对应的方法实施例。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，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，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置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，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的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，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者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者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，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，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案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，或者网络设备等等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。

在本申请的另一实施例中，还提供一种可读存储介质，可读存储介质中存储有计算机执行指令，当一个设备（可以是单片机，芯片等）或者处理器执行上述方法实施例所提供的数据通信方法中第一电节点的步骤。前述的可读存储介质可以包括：U盘、移动硬盘、只读存储器、随机存取存储器、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

在本申请的另一实施例中，还提供一种可读存储介质，可读存储介质中存储有计算机执行指令，当一个设备（可以是单片机，芯片等）或者处理器执行上述方法实施例所提供的数据通信方法中第二电节点的步骤。前述的可读存储介质可以包括：U盘、移动硬盘、只读存储器、随机存取存储器、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

在本申请的另一实施例中，还提供一种可读存储介质，可读存储介质中存储有计算机执行指令，当一个设备（可以是单片机，芯片等）或者处理器执行上述方法实施例所提供的数据通信方法中第三电节点的步骤。前述的可读存储介质可以包括：U盘、移动硬盘、只读存储器、随机存取存储器、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

在本申请的另一实施例中，还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机执行指令，该计算机执行指令存储在计算机可读存储介质中；设备的至少一个处理器可以从计算机可读存储介质读取该计算机执行指令，至少一个处理器执行该计算机执行指令使得设备上述方法实施例所提供的数据通信方法中第一电节点的步骤。

在本申请的另一实施例中，还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机执行指令，该计算机执行指令存储在计算机可读存储介质中；设备的至少一个处理器可以从计算机可读存储介质读取该计算机执行指令，至少一个处理器执行该计算机执行指令使得设备上述方法实施所提供的数据通信方法中第二电节点的步骤。

在本申请的另一实施例中，还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机执行指令，该计算机执行指令存储在计算机可读存储介质中；设备的至少一个处理器可以从计算机可读存储介质读取该计算机执行指令，至少一个处理器执行该计算机执行指令使得设备上述方法实施所提供的数据通信方法中第三电节点的步骤。

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、一种数据通信方法，其特征在于，应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中，所述至少两个交换层包括第一层和第二层，所述第一层包括第一电节点和第二电节点，所述第二层包括至少一个光节点和第三电节点，所述第一电节点包括第一虚拟输出队列（VOQ），所述方法包括：

所述第一电节点向所述第二电节点发送请求信息，所述请求信息用于请求所述第一 VOQ 的期望数据量额度，所述第一 VOQ 中存放有发往所述第二电节点的至少一个第一数据包；

接收响应信息，所述响应信息包括目标数据量额度；

使用所述目标数据量额度，通过所述至少一个光节点向所述第二电节点发送所述至少一个第一数据包。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，当所述第一 VOQ 存在预设数据额度时，所述向所述第二电节点发送请求信息之前，还包括：

使用所述预设数据量额度，通过所述第三电节点向所述第二电节点发送所述至少一个第一数据包。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述请求信息包括请求序列号 SN，所述请求 SN 与初始 SN 的差值用于指示所述期望数据量额度；或者，所述请求信息包括第一数值，所述第一数值用于指示所述期望数据量额度；

和/或，

所述响应信息包括响应序列号 SN，所述响应 SN 与初始 SN 的差值用于指示所述目标数据量额度；或者，所述响应信息包括第二数值，所述第二数值用于指示所述目标数据量额度。

4、根据权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，所述响应信息还包括以下中的任一项：所述第一电节点的标识、所述第二电节点的标识、所述第一 VOQ 的标识、所述至少一个光节点的标识、所述至少一个光节点对应的发送路径的标识、所述至少一个光节点的发送数据量额度、所述至少一个光节点对应的发送时隙。

5、根据权利要求 1-4 任一项所述的方法，其特征在于，所述向所述第二电节点发送请求信息，包括：

通过所述第三电节点向所述第二电节点发送请求信息；或者，

通过所述至少一个光节点中的任一光节点向所述第二电节点发送第二数据包，所述第二数据包中携带所述请求信息。

6、根据权利要求 1-5 任一项所述的方法，其特征在于，所述接收响应信息，包括：接收所述第二电节点通过所述第三电节点发送的响应信息；或者，

接收所述第二电节点通过所述至少一个光节点中的任一光节点发送的第三数据包，所述第三数据包中携带所述响应信息。

7、一种数据通信方法，其特征在于，应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中，所述至少两个交换层包括第一层和第二层，所述第一层包括第一电节点和第二电节点，所述第二层包括至少一个光节点和第三电节点，所述第一电节点包括第一虚拟

输出队列 (VOQ)，所述方法包括：

所述第三电节点接收所述第一电节点发送的请求信息，所述请求信息用于请求所述第一 VOQ 的期望数据量额度，所述第一 VOQ 中存放有发往所述第二电节点的至少一个第一数据包；

5 向所述第二电节点发送所述请求信息；

接收所述第二电节点发送的响应信息，所述响应信息包括目标数据量额度；

向所述第一电节点发送所述响应信息。

8、根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，当所述第一 VOQ 存在预设数据额度时，所述接收所述第一电节点发送的请求信息之前，还包括：

10 接收所述第一电节点使用所述预设数据量额度发送的所述至少一个第一数据包；

向所述第二电节点发送所述至少一个第一数据包。

9、根据权利要求 7 或 8 所述的方法，其特征在于，所述请求信息包括请求序列号 SN，所述请求 SN 与初始 SN 的差值用于指示所述期望数据量额度；或者，所述请求信息包括第一数值，所述第一数值用于指示所述期望数据量额度；

15 和/或，

所述响应信息包括响应序列号 SN，所述响应 SN 与初始 SN 的差值用于指示所述目标数据量额度；或者，所述响应信息包括第二数值，所述第二数值用于指示所述目标数据量额度。

10、根据权利要求 7-9 任一项所述的方法，其特征在于，所述向所述第一电节点发送所述响应信息之前，还包括：

根据所述目标数据量额度，确定所述至少一个光节点中每个光节点的发送数据量额度；

25 相应地，所述响应信息还包括以下中的任一项：所述第一电节点的标识、所述第二电节点的标识、所述第一 VOQ 的标识、所述至少一个光节点的标识、所述至少一个光节点对应的发送路径的标识、所述至少一个光节点的发送数据量额度、所述至少一个光节点对应的发送时隙。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，还包括：

30 向所述至少一个光节点中的每个光节点发送调度信息，所述调度信息包括以下信息中的至少一项：所述第一电节点的标识、所述第二电节点的标识、所述第一 VOQ 的标识、所述光节点对应的发送路径的标识、所述光节点的发送数据量额度、所述光节点对应的发送时隙。

12、一种数据通信方法，其特征在于，应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中，所述至少两个交换层包括第一层和第二层，所述第一层包括第一电节点和第二电节点，所述第二层包括至少一个光节点和第三电节点，所述第一电节点包括第一虚拟输出队列 (VOQ)，所述方法包括：

所述第二电节点接收请求信息，所述请求信息用于请求所述第一 VOQ 的期望数据量额度，所述第一 VOQ 中存放有发往所述第二电节点的至少一个第一数据包；

发送响应信息，所述响应信息包括目标数据量额度；

接收所述第一电节点使用所述目标数据量额度，通过所述至少一个光节点发送所

述至少一个第一数据包。

13、根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，当所述第一 VOQ 存在预设数据额度时，所述接收请求信息之前，还包括：

5 接收所述第一电节点使用所述预设数据量额度，通过所述第三电节点向所述第二电节点发送所述至少一个第一数据包。

14、根据权利要求 12 或 13 所述的方法，其特征在于，所述请求信息包括请求序列号 SN，所述请求 SN 与初始 SN 的差值用于指示所述期望数据量额度；或者，所述请求信息包括第一数值，所述第一数值用于指示所述期望数据量额度；

和/或，

10 所述响应信息包括响应序列号 SN，所述响应 SN 与初始 SN 的差值用于指示所述目标数据量额度；或者，所述响应信息包括第二数值，所述第二数值用于指示所述目标数据量额度。

15 15、根据权利要求 12-14 任一项所述的方法，其特征在于，所述接收请求信息，包括：

通过所述第三电节点接收所述第一电节点发送的请求信息；或者，

通过所述至少一个光节点中的任一光节点接收所述第一电节点发送的第二数据包，所述第二数据包中携带所述请求信息。

16、根据权利要求 12-15 任一项所述的方法，其特征在于，所述发送响应信息，包括：

20 通过所述第三电节点向所述第一电节点发送响应信息；或者，

通过所述至少一个光节点中的任一节点向所述第一电节点发送第三数据包，所述第三数据包中携带所述响应信息。

25 17、一种数据通信装置，其特征在于，所述数据通信装置作为第一电节点，应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中，所述至少两个交换层包括第一层和第二层，所述第一层包括所述第一电节点和第二电节点，所述第二层包括至少一个光节点和第三电节点，所述第一电节点包括第一虚拟输出队列（VOQ），所述装置包括：

发送单元，用于向所述第二电节点发送请求信息，所述请求信息用于请求所述第一 VOQ 的期望数据量额度，所述第一 VOQ 中存放有发往所述第二电节点的至少一个第一数据包；

30 接收单元，用于接收响应信息，所述响应信息包括目标数据量额度；

所述发送单元，还用于使用所述目标数据量额度，通过所述至少一个光节点向所述第二电节点发送所述至少一个第一数据包。

18、根据权利要求 17 所述的装置，其特征在于，当所述第一 VOQ 存在预设数据额度时，所述发送单元，还用于：

35 使用所述预设数据量额度，通过所述第三电节点向所述第二电节点发送所述至少一个第一数据包。

19、根据权利要求 17 或 18 所述的装置，其特征在于，所述请求信息包括请求序列号 SN，所述请求 SN 与初始 SN 的差值用于指示所述期望数据量额度；或者，所述请求信息包括第一数值，所述第一数值用于指示所述期望数据量额度；

和/或，

所述响应信息包括响应序列号 SN，所述响应 SN 与初始 SN 的差值用于指示所述目标数据量额度；或者，所述响应信息包括第二数值，所述第二数值用于指示所述目标数据量额度。

5 20、根据权利要求 17-19 任一项所述的装置，其特征在于，所述响应信息还包括以下中的任一项：所述第一电节点的标识、所述第二电节点的标识、所述第一 VOQ 的标识、所述至少一个光节点的标识、所述至少一个光节点对应的发送路径的标识、所述至少一个光节点的发送数据量额度、所述至少一个光节点对应的发送时隙。

10 21、根据权利要求 17-20 任一项所述的装置，其特征在于，所述发送单元，还用于：

通过所述第三电节点向所述第二电节点发送请求信息；或者，

通过所述至少一个光节点中的任一光节点向所述第二电节点发送第二数据包，所述第二数据包中携带所述请求信息。

15 22、根据权利要求 17-21 任一项所述的装置，其特征在于，所述接收单元，还用于：

接收所述第二电节点通过所述第三电节点发送的响应信息；或者，

接收所述第二电节点通过所述至少一个光节点中的任一光节点发送的第三数据包，所述第三数据包中携带所述响应信息。

20 23、一种数据通信装置，其特征在于，所述数据通信装置作为第三电节点，应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中，所述至少两个交换层包括第一层和第二层，所述第一层包括第一电节点和第二电节点，所述第二层包括至少一个光节点和所述第三电节点，所述第一电节点包括第一虚拟输出队列（VOQ），所述装置包括：

25 接收单元，用于接收所述第一电节点发送的请求信息，所述请求信息用于请求所述第一 VOQ 的期望数据量额度，所述第一 VOQ 中存放有发往所述第二电节点的至少一个第一数据包；

发送单元，用于向所述第二电节点发送所述请求信息；

所述接收单元，还用于接收所述第二电节点发送的响应信息，所述响应信息包括目标数据量额度；

所述发送单元，还用于向所述第一电节点发送所述响应信息。

30 24、根据权利要求 23 所述的装置，其特征在于，当所述第一 VOQ 存在预设数据额度时：

所述接收单元，还用于接收所述第一电节点使用所述预设数据量额度发送的所述至少一个第一数据包；

所述发送单元，还用于向所述第二电节点发送所述至少一个第一数据包。

35 25、根据权利要求 23 或 24 所述的装置，其特征在于，所述请求信息包括请求序列号 SN，所述请求 SN 与初始 SN 的差值用于指示所述期望数据量额度；或者，所述请求信息包括第一数值，所述第一数值用于指示所述期望数据量额度；

和/或，

所述响应信息包括响应序列号 SN，所述响应 SN 与初始 SN 的差值用于指示所述

目标数据量额度；或者，所述响应信息包括第二数值，所述第二数值用于指示所述目标数据量额度。

26、根据权利要求 23-25 任一项所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

5 处理单元，用于根据所述目标数据量额度，确定所述至少一个光节点中每个光节点的发送数据量额度；

相应地，所述响应信息还包括以下中的任一项：所述第一电节点的标识、所述第二电节点的标识、所述第一 VOQ 的标识、所述至少一个光节点的标识、所述至少一个光节点对应的发送路径的标识、所述至少一个光节点的发送数据量额度、所述至少一个光节点对应的发送时隙。

10 27、根据权利要求 26 所述的装置，其特征在于，所述发送单元，还用于：

向所述至少一个光节点中的每个光节点发送调度信息，所述调度信息包括以下信息中的至少一项：所述第一电节点的标识、所述第二电节点的标识、所述第一 VOQ 的标识、所述光节点对应的发送路径的标识、所述光节点的发送数据量额度、所述光节点对应的发送时隙。

15 28、一种数据通信装置，其特征在于，所述数据通信装置作为第二电节点，应用于包括至少两个交换层的数据通信网络中，所述至少两个交换层包括第一层和第二层，所述第一层包括第一电节点和所述第二电节点，所述第二层包括至少一个光节点和第三电节点，所述第一电节点包括第一虚拟输出队列（VOQ），所述装置包括：

20 接收单元，用于接收请求信息，所述请求信息用于请求所述第一 VOQ 的期望数据量额度，所述第一 VOQ 中存放有发往所述第二电节点的至少一个第一数据包；

发送单元，还用于发送响应信息，所述响应信息包括目标数据量额度；

所述接收单元，还用于接收所述第一电节点使用所述目标数据量额度，通过所述至少一个光节点发送所述至少一个第一数据包。

25 29、根据权利要求 28 所述的装置，其特征在于，当所述第一 VOQ 存在预设数据额度时，所述接收单元，还用于：

接收所述第一电节点使用所述预设数据量额度，通过所述第三电节点向所述第二电节点发送所述至少一个第一数据包。

30 30、根据权利要求 28 或 29 所述的装置，其特征在于，所述请求信息包括请求序列号 SN，所述请求 SN 与初始 SN 的差值用于指示所述期望数据量额度；或者，所述请求信息包括第一数值，所述第一数值用于指示所述期望数据量额度；

和/或，

所述响应信息包括响应序列号 SN，所述响应 SN 与初始 SN 的差值用于指示所述目标数据量额度；或者，所述响应信息包括第二数值，所述第二数值用于指示所述目标数据量额度。

35 31、根据权利要求 28-30 任一项所述的装置，其特征在于，所述接收单元，还用于：

通过所述第三电节点接收所述第一电节点发送的请求信息；或者，

通过所述至少一个光节点中的任一光节点接收所述第一电节点发送的第二数据包，所述第二数据包包括携带所述请求信息。

32、根据权利要求 28-31 任一项所述的装置，其特征在于，所述发送单元，还用于：

通过所述第三电节点向所述第一电节点发送响应信息；或者，

5 通过所述至少一个光节点中的任一节点向所述第一电节点发送第三数据包，所述第三数据包中携带所述响应信息。

33、一种数据通信装置，所述数据通信装置包括处理器、存储器、通信接口和总线，所述处理器、所述存储器和所述通信接口通过总线连接；所述存储器用于存储程序代码，当所述程序代码被所述处理器执行时，使得所述数据通信装置执行权利要求 1-6 任一项所述的数据通信方法。

10 34、一种数据通信装置，所述数据通信装置包括处理器、存储器、通信接口和总线，所述处理器、所述存储器和所述通信接口通过总线连接；所述存储器用于存储程序代码，当所述程序代码被所述处理器执行时，使得所述数据通信装置执行权利要求 7-11 任一项所述的数据通信方法。

15 35、一种数据通信装置，所述数据通信装置包括处理器、存储器、通信接口和总线，所述处理器、所述存储器和所述通信接口通过总线连接；所述存储器用于存储程序代码，当所述程序代码被所述处理器执行时，使得所述数据通信装置执行权利要求 12-16 任一项所述的数据通信方法。

20 36、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令，当所述计算机程序或指令被运行时，实现如权利要求 1-6 任一项所述的数据通信方法。

37、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令，当所述计算机程序或指令被运行时，实现如权利要求 7-11 任一项所述的数据通信方法。

25 38、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令，当所述计算机程序或指令被运行时，实现如权利要求 12-16 任一项所述的数据通信方法。

39、一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品包括计算机程序或指令，当所述计算机程序或指令被运行时，实现如权利要求 1-6 任一项所述的数据通信方法。

30 40、一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品包括计算机程序或指令，当所述计算机程序或指令被运行时，实现如权利要求 7-11 任一项所述的数据通信方法。

35 41、一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品包括计算机程序或指令，当所述计算机程序或指令被运行时，实现如权利要求 12-16 任一项所述的数据通信方法。

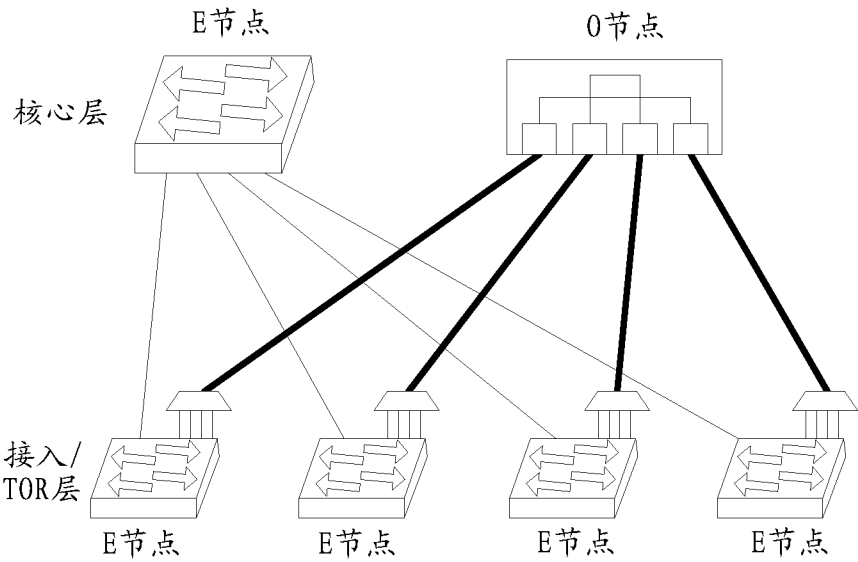


图 1

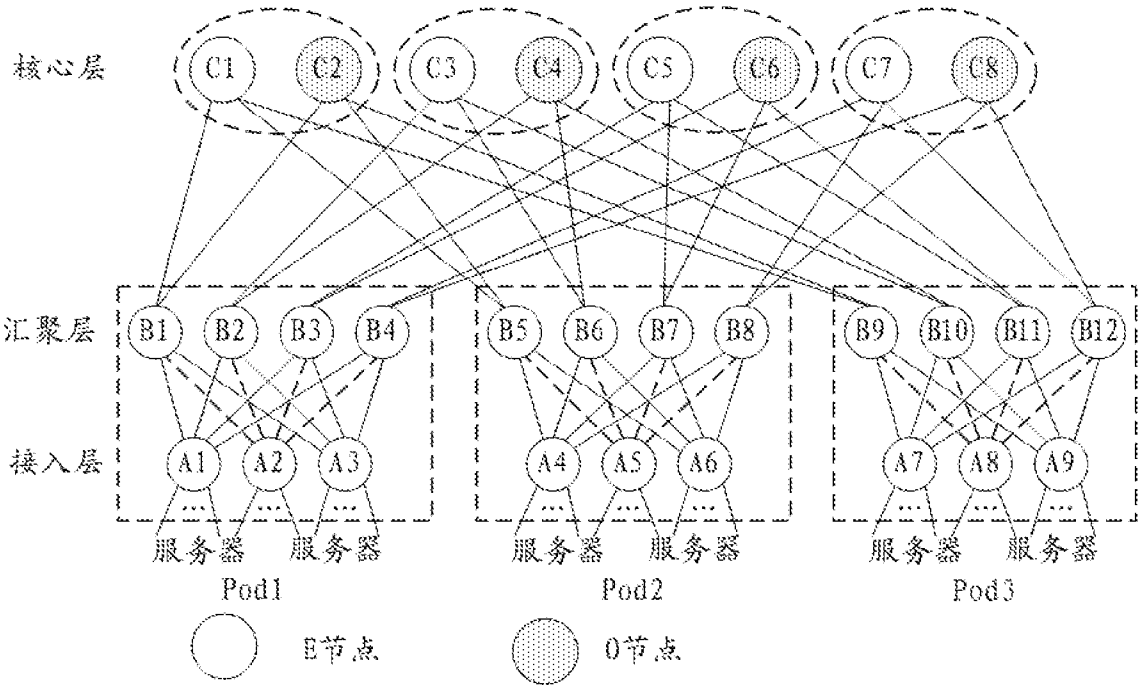


图 2

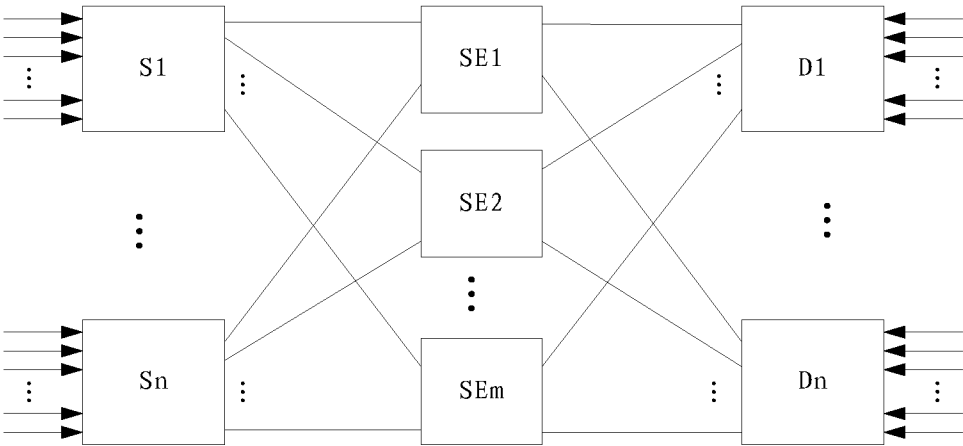


图 3

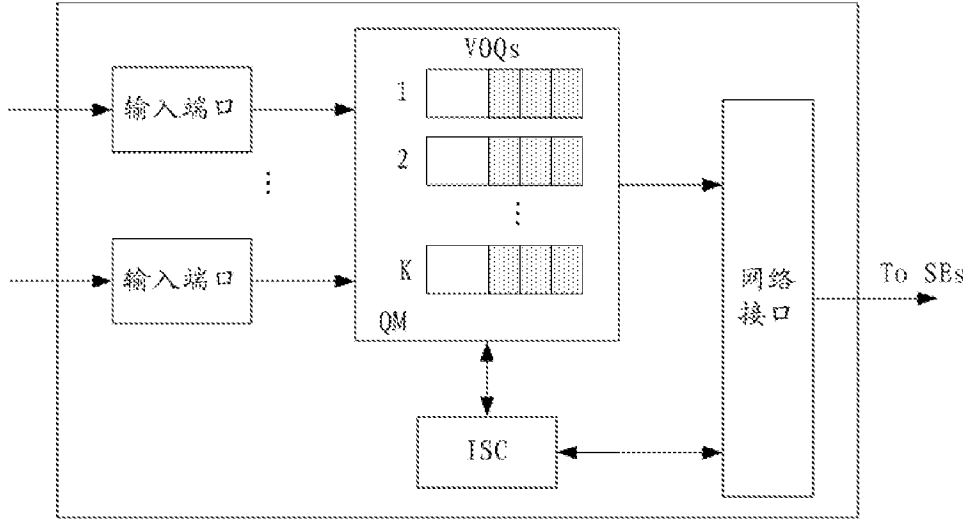


图 4

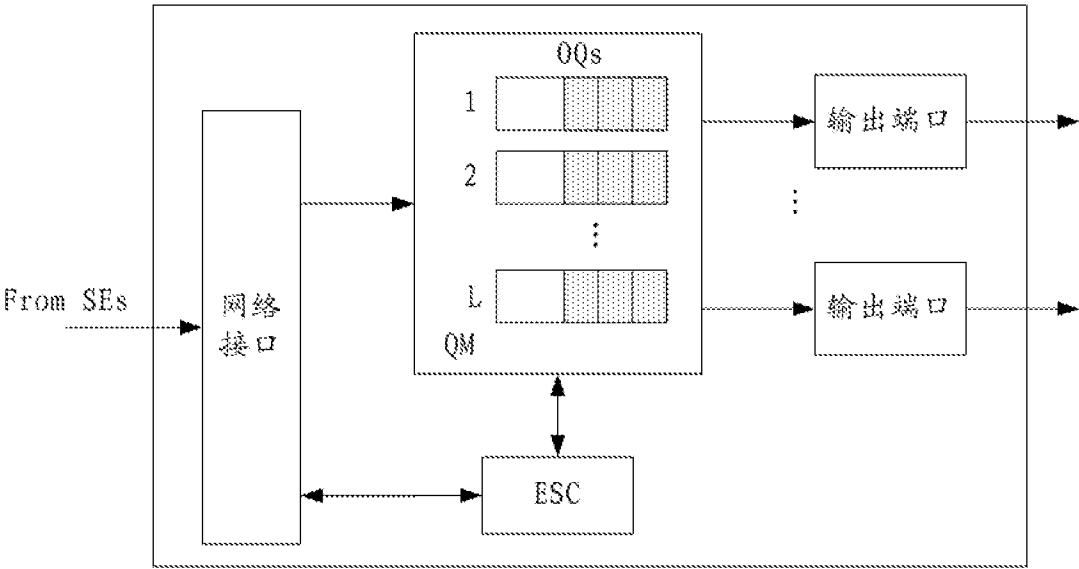


图 5

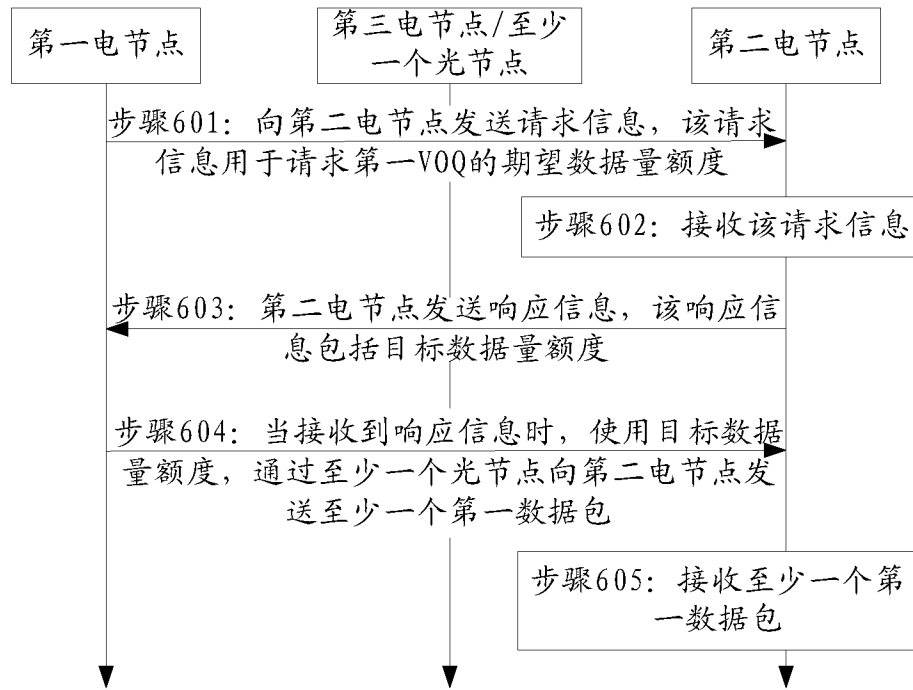


图 6

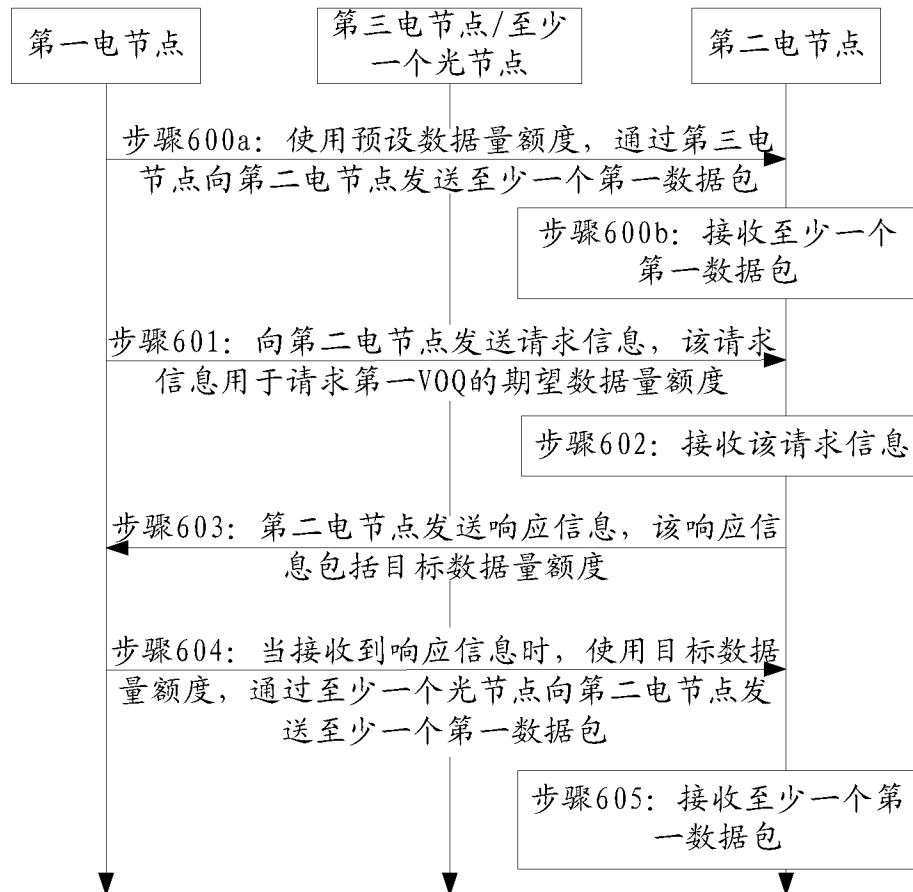


图 7

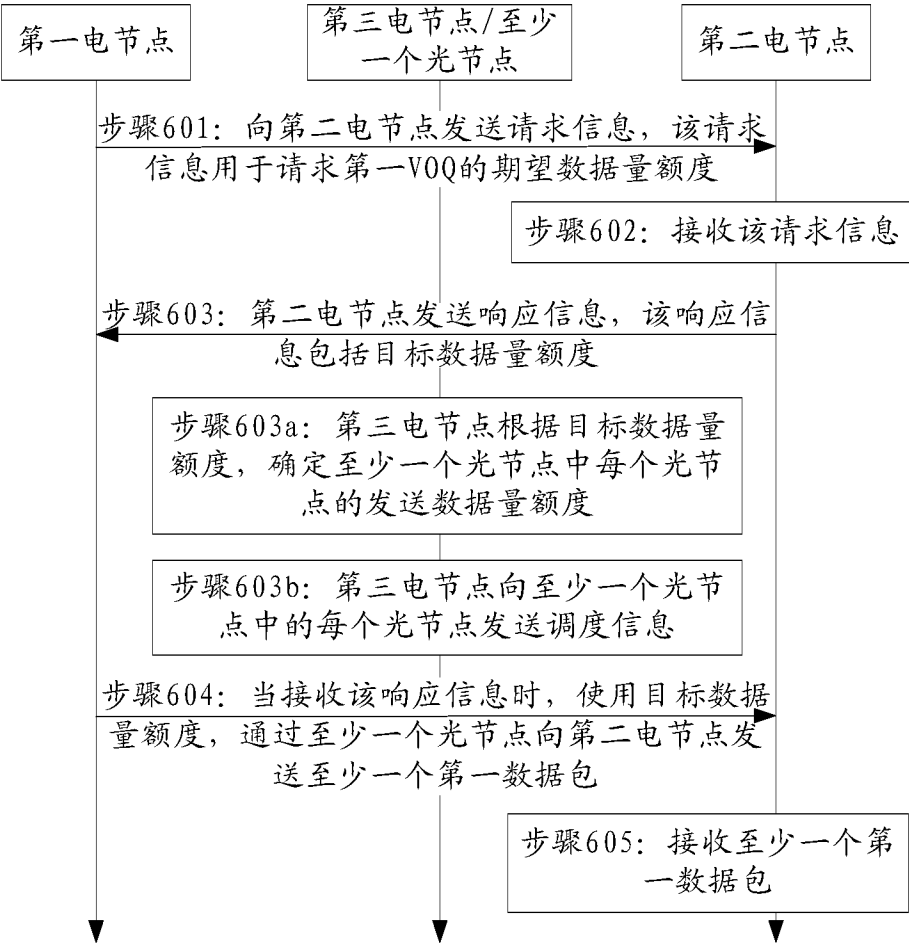


图 8

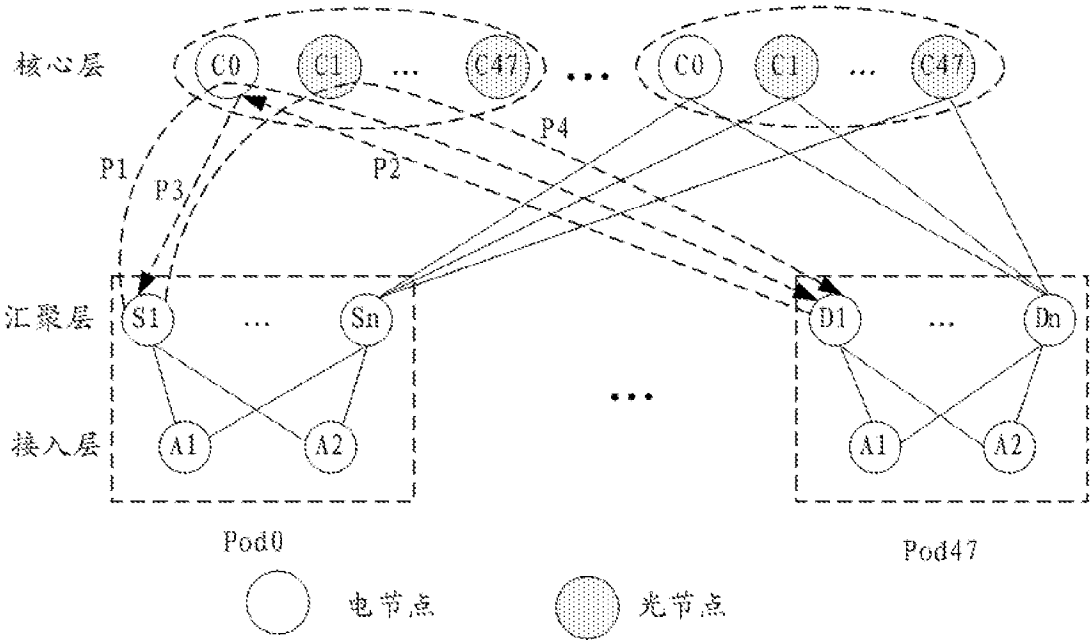


图 9

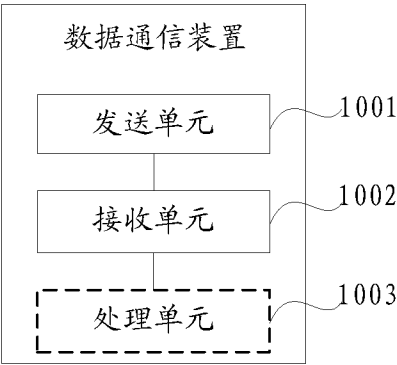


图 10

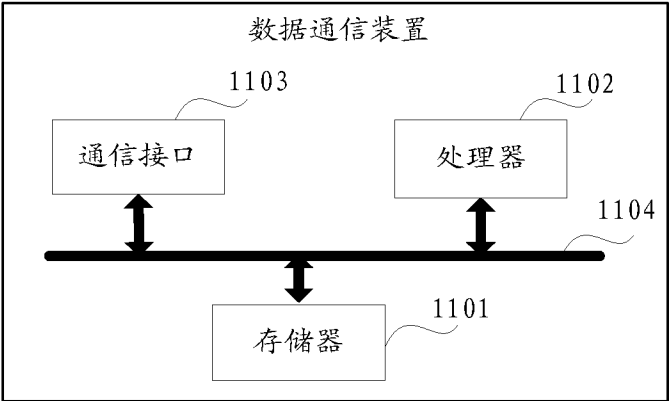


图 11

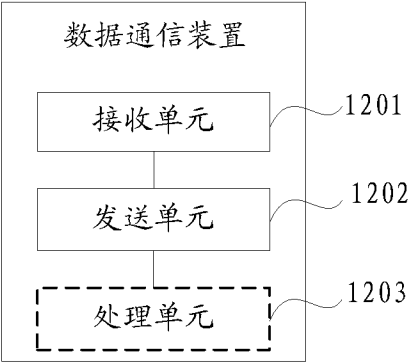


图 12

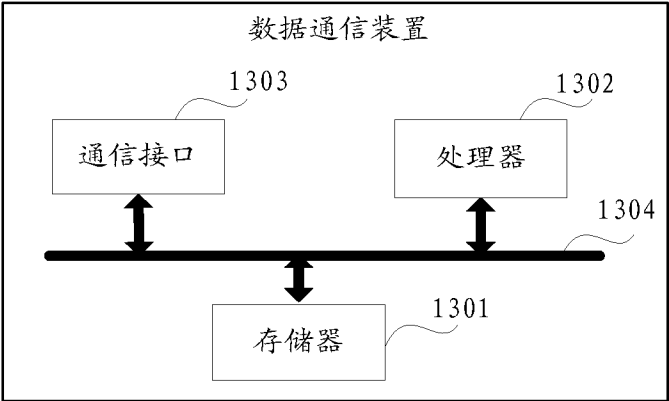


图 13

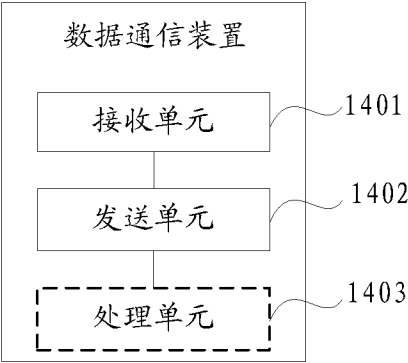


图 14

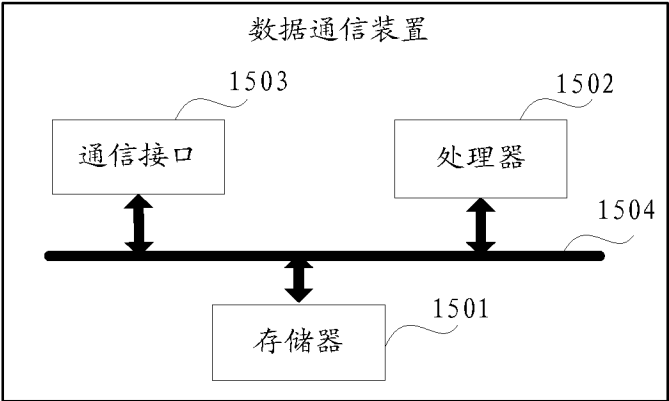


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/083592

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

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)

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN: 交换层, 交换机, 两层, 二层, 双层, 电节点, 电接口, 光节点, 光接口, 队列, 数据量, 数据大小, 请求, 响应, switch layer, exchange layer, switch, 2 layers, two layers, electric node, electric interface, optical node, optical interface, queue, VOQ, data volume, data size, request, response

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 106851442 A (XIDIAN UNIVERSITY) 13 June 2017 (2017-06-13) description, paragraphs [0007]-[0047]	1-41
Y	CN 102546098 A (FUJIAN STAR-NET RUIJIE NETWORKS CO., LTD.) 04 July 2012 (2012-07-04) description, paragraphs [0088]-[0093]	1-41
A	WO 2014158407 A1 (CISCO TECHNOLOGY, INC.) 02 October 2014 (2014-10-02) entire document	1-41
A	EP 2928134 A2 (JUNIPER NETWORKS, INC.) 07 October 2015 (2015-10-07) entire document	1-41

☐ 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

29 December 2018

Date of mailing of the international search report

11 January 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

**National Intellectual Property Administration, PRC (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/CN2018/083592

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106851442	A	13 June 2017	None			
CN	102546098	A	04 July 2012	CN	102546098	B	21 January 2015
WO	2014158407	A1	02 October 2014	CN	105191233	A	23 December 2015
				EP	2974181	A1	20 January 2016
				US	2014269302	A1	18 September 2014
				US	9860185	B2	02 January 2018
EP	2928134	A2	07 October 2015	EP	2928134	A3	20 January 2016
				US	2017019351	A1	19 January 2017
				US	2018241696	A1	23 August 2018
				US	2015281128	A1	01 October 2015
				US	9954798	B2	24 April 2018
				CN	104954251	A	30 September 2015
				US	9479457	B2	25 October 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/083592

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

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))

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN: 交换层, 交换机, 两层, 二层, 双层, 电节点, 电接口, 光节点, 光接口, 队列, 数据量, 数据大小, 请求, 响应, switch layer, exchange layer, switch, 2 layers, two layers, electric node, electric interface, optical node, optical interface, queue, VOQ, data volume, data size, request, response

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 106851442 A (西安电子科技大学) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 说明书第0007-0047段	1-41
Y	CN 102546098 A (福建星网锐捷网络有限公司) 2012年 7月 4日 (2012 - 07 - 04) 说明书第0088-0093段	1-41
A	WO 2014158407 A1 (CISCO TECH INC) 2014年 10月 2日 (2014 - 10 - 02) 全文	1-41
A	EP 2928134 A2 (JUNIPER NETWORKS INC) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 全文	1-41

☐ 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

2018年 12月 29日

国际检索报告邮寄日期

2019年 1月 11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

亓晓旭

电话号码 86-(010)-62089384

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/083592

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	106851442	A	2017年 6月 13日	无			
CN	102546098	A	2012年 7月 4日	CN	102546098	B	2015年 1月 21日
WO	2014158407	A1	2014年 10月 2日	CN	105191233	A	2015年 12月 23日
				EP	2974181	A1	2016年 1月 20日
				US	2014269302	A1	2014年 9月 18日
				US	9860185	B2	2018年 1月 2日
EP	2928134	A2	2015年 10月 7日	EP	2928134	A3	2016年 1月 20日
				US	2017019351	A1	2017年 1月 19日
				US	2018241696	A1	2018年 8月 23日
				US	2015281128	A1	2015年 10月 1日
				US	9954798	B2	2018年 4月 24日
				CN	104954251	A	2015年 9月 30日
				US	9479457	B2	2016年 10月 25日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)