

一种基于总线技术的设备管理方法和装置、系统

5 本申请要求于 2024 年 1 月 26 日提交国家知识产权局、申请号为 202410117987.9、申请名称为“一种总线设备的管理方法以及总线控制器”的中国专利申请的优先权，以及，于 2024 年 6 月 3 日提交国家知识产权局、申请号为 202410711358.9、申请名称为“一种基于总线技术的设备管理方法和装置、系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

10 本申请涉及计算机技术领域，尤其涉及一种基于总线技术的设备管理方法和装置、系统。

背景技术

15 相比于传统的以太网，总线网络具有延时更低、带宽更大等优势。随着信息技术的快速发展，公有云、人工智能(artificial intelligence, AI)、自动驾驶计算等数据以及计算密集型的应用场景越来越普及，整个计算体系将会越来越复杂。如此，势必会对互联总线的要求越来越高，降低总线网络的时延、提高总线网络的管理效率显得愈发重要。

发明内容

20 现有总线网络的管理机制中，总线控制器通过枚举扫描的方式发现并注册总线设备。随着总线网络的规模不断增大，总线控制器需要扫描的总线设备不断增多，不仅导致总线控制器发现总线设备的时延不断增大，还导致总线控制器的负载不断增大，这增加了总线控制器出现故障的几率，降低总线网络的可靠性。

25 有鉴于此，本申请提供一种基于总线技术的设备管理方法和装置、系统，总线设备上电后可以主动向总线控制器发送自己的设备信息，而无需等待接收总线控制器发送的枚举报文，总线控制器收到总线设备的设备信息后，根据总线设备的设备信息为总线设备分配总线的地址空间，这样，不仅有利于减小总线控制器发现总线设备的时延，提高总线控制器管理总线网络的效率，还有利于减小总线控制器的负载，降低总线控制器出现故障的几率，进而提升总线网络的可靠性。

30 第一方面，本申请提供一种基于总线技术的设备管理方法。该方法由总线网络中的总线控制器执行，总线网络包括通过总线互连的多个总线设备。该总线控制器可以为总线设备，或者，为总线设备的部分组件（例如处理器、芯片或芯片系统等），或者，为总线设备实现全部或部分功能的逻辑模块或软件等。在该方法中，总线控制器接收设备通告信息，该设备通告信息包括第一总线设备的设备信息，其中，第一总线设备的设备信息为第一总线设备在上电后主动向总线控制器发送的。之后，总线控制器根据第一总线设备的设备信息为第一总线设备分配总线的地址空间，之后向第一总线设备发送配置信息，配置信息包括用于描述地址空间的地址信息。

35 由于总线控制器可以根据第一总线设备上电后主动发送的设备信息为其分配地址空间，这样，不仅有利于减小总线控制器发现总线设备的时延，提高总线控制器管理总线网络的效率，还有利于减小总线控制器的负载，降低总线控制器出现故障的几率，进而提升总线网络的可靠性。

40 可选的，第一总线设备在上电后主动向总线控制器发送自己的设备信息，并不限定第一总线设备在向总线控制器发送自己的设备信息之前一定未收到来自总线控制器的信息，而是说，第一总线设备向总线控制器发送自己的设备信息并不依赖与接收到来自总线控制器的信息（例如枚举报文），即使第一总线设备上电后尚未接收到来自总线控制器的任何信息，第一总线设备仍然可以向总线控制器发送自己的设备信息。

45 在第一方面的一种可能的实现方式中，第一总线设备的设备信息为从第一总线设备发出后经由总线网络中的一个或多个总线设备转发至总线控制器。或者说，第一总线设备与总线控制器非直接连接。总线控制器可以根据非直连的第一总线设备所主动发送的设备信息为其分配地址空间，有利于减少总线控制器穿透一个或多个总线设备发现第一总线设备的时延，提高总线控制器管理大规模总线网络（例如跨计算设备的总线网络）的效率。

在第一方面的一种可能的实现方式中，多个总线设备设置在至少两个计算机设备中。

在第一方面的一种可能的实现方式中，设备通告信息还包括路径信息，路径信息用于指示第一总线设备的设备信息经过一个或多个总线设备转发的信息，总线控制器还可以根据路径信息确定设备通告信息在第一总线设备和总线控制器之间的转发路径。总线控制器确定第一总线设备与自己之间的转发路由有利于提高自己对总线网络的管理。并且，总线控制器基于收到第一总线设备上电后主动发送的设备信息便可以确定第一总线设备与自己之间的转发路径，有利于减少总线控制器确定第一总线设备在总线网络中的拓扑位置的时延，这样，不仅有利于提高总线控制器管理总线网络的效率，还有利于减小总线控制器的负载，降低总线控制器出现故障的几率，进而提升总线网络的可靠性。

本申请不限定使得设备通告信息中还包括路径信息的实现方式，可选的，具有转发功能的总线设备在收到第一总线设备的设备信息后，将第一总线设备的设备信息和对其进行转发的信息封装在一起后转发出去。

本申请不限定所有具有转发功能的总线设备均在收到第一总线设备的设备信息后，将第一总线设备的设备信息和对其进行转发的信息封装在一起后转发出去。可选的，总线网络中连接第一总线设备的总线设备可以在接收第一总线设备的设备信息后，将第一总线设备的设备信息和对其进行转发的信息封装在一起后转发出去。

在第一方面的一种可能的实现方式中，当第一总线设备的设备信息经由总线网络中的多个总线设备转发至总线控制器时，总线控制器与第一总线设备之间可以存在多个转发路径，总线控制器可以分别接收分别包括第一总线设备的设备信息的多个设备通告信息，这多个设备通告信息中第一总线设备的设备信息经由这多个转发路径中的不同转发路径转发至总线控制器，并且，如前文介绍的，设备通告信息还包括路径信息，该路径信息用于指示该设备通告信息中第一总线设备的设备信息经过一个或多个总线设备转发的信息。之后，总线控制器可以根据多个设备通告信息中每个设备通告信息中的路径信息确定对应的多个转发路径。

本申请不限定这多个设备通告信息中第一总线设备的设备信息分别经由多个转发路径到达总线控制器的实现方式，可选的，总线网络中具有转发功能的总线设备（例如总线交换机）在接收到第一总线设备的设备信息后，可以通过广播的方式对其进行转发。或者，总线网络中具有转发功能的总线设备（例如总线交换机）在接收到第一总线设备的设备信息后，可以向具有转发功能的对端总线设备和总线控制器转发第一总线设备的设备信息，而对于不具有转发功能且不是总线控制器的对端总线设备，可以不向其转发第一总线设备的设备信息，有利于提高第一总线设备的设备信息的安全性。

本申请不限定总线网络中所有具有转发功能的总线设备均通过广播的方式将接收到的第一总线设备的设备信息转发出去。可选的，总线网络中连接第一总线设备的总线设备接收第一总线设备的设备信息后，通过广播的方式将其转发出去。

可选的，单个转发路径依次经由一个或多个总线设备，不同转发路径途径不同总线设备或途径不同总线设备的端口或途径不同数目的总线设备。

在第一方面的一种可能的实现方式中，总线控制器向第一总线设备发送配置信息，可以包括：总线控制器根据前文确定的第一总线设备与自己之间的多个转发路径确定目标转发路径，通过目标转发路径向第一总线设备发送配置信息。和总线控制器通过多个转发路径分别向第一总线设备发送配置信息相比，有利于节约总线的传输资源。

可选的，总线控制器通过目标转发路径向第一总线设备发送配置信息，可以指通过自己的多个端口中位于目标转发路径上的端口发送配置信息，或者，在配置信息携带目标转发路径的信息，以指示第一总线设备以外的其他总线设备在接收到该配置信息后按照目标转发路径转发配置信息。

在第一方面的一种可能的实现方式中，总线控制器还可以向连接总线控制器的至少一个总线设备发送总线控制器的设备信息，总线控制器的设备信息用于指示至少一个总线设备记录用于连接总线控制器的端口的信息。这样，总线控制器通过发送自己的设备信息，有利于自己所连的至少一个总线设备记录其连接总线控制器的端口，从而有利于提高其他总线设备将信息发至总线控制器的成功率，提高总线控制器对总线网络的管理效率。

在第一方面的一种可能的实现方式中，总线控制器还可以接收总线网络中第二总线设备的设备信息，并且，第二总线设备的设备信息为至少一个总线设备按照记录的连接总线控制器的端口的信息转发的。与前文类似的，第二总线设备的设备信息可以为第二总线设备在开机后主动向总线控制器发送的。至少一个总线设备收到第二总线设备的设备信息后按照记录的连接总线控制器的端口的信息转发该设备信息，

有利于提高总线控制器收到第二总线设备的设备的成功率，并且，有利于避免至少一个总线设备通过广播的方式向自己的各个端口分别发送第二总线设备的设备信息。这样，一方面有利于减小这至少一个总线设备的负载，节约总线的传输资源，还有利于提高第二总线设备的安全性。

在第一方面的一种可能的实现方式中，总线控制器还可以接收第一总线设备的状态通告信息，第一总线设备的状态通告信息用于指示第一总线设备将退出总线网络或仍连接在总线网络中，第一总线设备的状态通告信息为至少一个总线设备按照记录的连接总线控制器的端口的信息转发的。之后，总线控制器可以根据第一总线设备的状态通告信息确定第一总线设备在总线网络中的连接状态。这样，有利于提高总线控制器收到状态通告信息的成功率，提高总线控制器对总线网络的管理效率，并且，有利于避免至少一个总线设备通过广播的方式向自己的各个端口分别发送该状态通告信息，减小这至少一个总线设备的负载，节约总线的传输资源。

可选的，第一总线设备在总线网络中的连接状态可以为第一总线设备将退出总线网络或已退出总线网络或仍连接在总线网络。

在第一方面的一种可能的实现方式中，总线网络中转发第一总线设备的设备信息的总线设备的设备类型包括总线交换机。可选的，总线网络中转发第一总线设备的设备信息的总线设备的设备类型还可以包括其他类型，例如，还可以包括总线终端，支持将自己的存储空间映射至总线的地址空间。

在第一方面的一种可能的实现方式中，第一总线设备的设备信息包括第一总线设备的标识，第一总线设备的标识包括第一总线设备的设备类型、第一总线设备的厂商标识和第一总线设备的设备标识中的至少一种。

在第一方面的一种可能的实现方式中，第一总线设备的设备信息包括第一总线设备所需的地址空间的大小。这样，有利于总线控制器按照第一总线设备所需的地址空间的大小来为其分配地址空间，从而有利于提高总线控制器为第一总线设备分配地址空间的准确性，不仅有利于避免总线控制器为第一总线设备分配的地址空间大于第一总线设备最大的可用存储空间而导致配置错误，还有利于避免总线控制器为第一总线设备分配的地址空间远小于第一总线设备的可用存储空间而导致浪费第一总线设备的存储资源。

在第一方面提供的方法中，第一总线设备可以为总线网络中的任一总线设备，或任一支持将自己的存储空间映射至总线的地址空间的总线设备。第一总线设备可以通过报文发送自己的设备信息，总线控制器可以通过报文接收设备通告信息。第一总线设备发出的报文与总线控制器接收的报文可以不同，例如，第一总线设备发出的报文可以不包括路径信息，而总线控制器收到的报文除了包括第一总线设备的设备信息，还可以包括路径信息。可选的，设备通告信息中第一总线设备的设备信息和路径信息也可以封装在不同报文中。总线控制器接收的设备通告信息除了包括第一总线设备的设备信息，还可以包括其他总线设备的设备信息，不同总线设备的设备信息可以封装在同一或不同报文中。

第二方面，本申请提供一种基于总线技术的设备管理方法。该方法应用于总线网络，总线网络包括通过总线互连的多个总线设备，总线控制器运行在总线网络中。总线控制器可以参考第一方面介绍的总线控制器进行理解。在该方法中，总线网络中的第一总线设备在上电后主动发送第一总线设备的设备信息；总线控制器接收设备通告信息，设备通告信息包括第一总线设备的设备信息；总线控制器根据第一总线设备的设备信息为第一总线设备分配总线的地址空间，并向第一总线设备发送配置信息，配置信息包括用于描述地址空间的地址信息；第一总线设备接收配置信息，并按照配置信息的指示将自己的全部或部分存储空间映射至地址信息所描述的地址空间。

在第二方面提供的方法中，总线控制器、第一总线设备和总线网络中其他总线设备所执行的可能步骤可以参考第一方面中相应设备执行的步骤进行理解，此处不再赘述。

例如，在第一方面的一种可能的实现方式中，第一总线设备的设备信息为从第一总线设备发出后经由总线网络的一个或多个总线设备转发至总线控制器的。

例如，在第二方面的一种可能的实现方式中，总线网络中连接第一总线设备的总线设备可以在接收第一总线设备的设备信息后，将第一总线设备的设备信息和自己转发第一总线设备的设备信息的路径信息转发出去。总线设备转发第一总线设备的设备信息的路径信息用于指示第一总线设备的设备信息经该总线设备转发的信息。可选的，该总线设备将第一总线设备的设备信息和自己转发第一总线设备的设备信息的路径信息封装在相同报文后转发出去。

例如，在第二方面的一种可能的实现方式中，总线网络中连接第一总线设备的总线设备接收第一总

线设备的设备信息后，通过广播的方式将其转发出去。

例如，在第二方面的一种可能的实现方式中，所述方法还包括：所述总线控制器向连接自己的至少一个总线设备发送自己的设备信息；所述至少一个总线设备按照所述总线控制器的设备信息的指示记录用于连接所述总线控制器的端口的信息。

5 例如，在第二方面的一种可能的实现方式中，所述方法还包括：所述总线网络中的第二总线设备在上电后主动向所述总线控制器发送自己的设备信息；所述至少一个总线设备按照所述总线控制器的端口的信息向所述总线控制器转发所述第二总线设备的设备信息；所述总线控制器接收所述第二总线设备的设备信息。

10 例如，在第二方面的一种可能的实现方式中，所述方法还包括：所述第一总线设备向所述总线控制器发送自己的状态通告信息，所述状态通告信息用于指示所述第一总线设备将退出所述总线网络或仍连接在所述总线网络中；所述至少一个总线设备按照所述总线控制器的端口的信息向所述总线控制器转发所述状态通告信息；所述总线控制器接收所述状态通告信息，并根据所述状态通告信息确定所述第一总线设备在所述总线网络中的连接状态。

15 本申请第三方面提供了一种总线控制器，总线控制器部署在总线网络中，总线网络包括通过总线连接的多个总线设备。该总线控制器可以为总线设备，或者，为总线设备的部分组件（例如处理器、芯片或芯片系统等），或者，为总线设备实现全部或部分功能的逻辑模块或软件等。

20 该总线控制器可以包括收发模块和处理模块。其中，收发模块可以用于接收设备通告信息，设备通告信息包括第一总线设备的设备信息，第一总线设备的设备信息为第一总线设备在上电后主动向总线控制器发送的。处理模块用于根据第一总线设备的设备信息为第一总线设备分配总线的地址空间。收发模块还用于向第一总线设备发送配置信息，配置信息包括用于描述地址空间的地址信息。

在第三方面的一种可能的实现方式中，第一总线设备的设备信息为从第一总线设备发出后经由总线网络中的一个或多个总线设备转发至总线控制器。

25 在第三方面的一种可能的实现方式中，设备通告信息还包括路径信息，路径信息用于指示第一总线设备的设备信息经过一个或多个总线设备转发的信息。处理模块还用于根据路径信息确定设备通告信息在第一总线设备和总线控制器之间的转发路径。

在第三方面的一种可能的实现方式中，当第一总线设备的设备信息经由总线网络中的多个总线设备转发至总线控制器时，收发模块具体用于分别接收多个设备通告信息，多个设备通告信息中第一总线设备的设备信息经由不同的转发路径。处理模块用于根据多个设备通告信息中每个设备通告信息中的路径信息确定对应的多个转发路径。

30 在第三方面的一种可能的实现方式中，收发模块具体用于根据多个转发路径确定目标转发路径，通过目标转发路径向第一总线设备发送配置信息。

在第三方面的一种可能的实现方式中，收发模块还用于向连接总线控制器的至少一个总线设备发送总线控制器的设备信息，总线控制器的设备信息用于指示至少一个总线设备记录用于连接总线控制器的端口的信息。

35 在第三方面的一种可能的实现方式中，收发模块还用于接收总线网络中第二总线设备的设备信息，第二总线设备的设备信息为第二总线设备在上电后主动向总线控制器发送的，并且，第二总线设备的设备信息为至少一个总线设备按照记录的连接总线控制器的端口的信息转发的。

40 在第三方面的一种可能的实现方式中，收发模块还用于接收第一总线设备的状态通告信息，第一总线设备的状态通告信息用于指示第一总线设备将退出总线网络或仍连接在总线网络中，第一总线设备的状态通告信息为至少一个总线设备按照记录的连接总线控制器的端口的信息转发的；确定模块还用于根据第一总线设备的状态通告信息确定第一总线设备在总线网络中的连接状态。

在第三方面的一种可能的实现方式中，总线网络中转发第一总线设备的设备信息的总线设备的设备类型包括总线交换机。

45 在第三方面的一种可能的实现方式中，第一总线设备的设备信息包括第一总线设备的标识，第一总线设备的标识包括第一总线设备的设备类型、第一总线设备的厂商标识和第一总线设备的设备标识中的至少一种。

在第三方面的一种可能的实现方式中，第一总线设备的设备信息包括第一总线设备所需的地址空间的大小。

在第三方面的一种可能的实现方式中，多个总线设备设置在至少两个计算机设备中。

第四方面，本申请还提供一种总线设备，总线设备包括处理器和存储器，处理器耦接存储器，处理器被配置为基于存储在存储器中的指令，执行如第一方面或第一方面任一可能的实现方式所述的方法。

第五方面，本申请还提供一种计算机程序产品，包括计算机可读指令，当所述计算机可读指令在计算机上运行时，使得所述计算机执行如第一方面或第一方面任一可能的实现方式所述的方法。

第六方面，本申请还提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有指令，当所述指令在计算机上运行时，使得所述计算机执行如第一方面或第一方面任一可能的实现方式所述的方法。

本申请第七方面提供了一种芯片，包括处理器。处理器用于读取并执行存储器中存储的计算机程序，以执行上述任一方面任意可能的实现方式中的方法。可选地，该芯片该包括存储器，该存储器与该处理器通过电路或电线与存储器连接。进一步可选地，该芯片还包括通信接口，处理器与该通信接口连接。通信接口用于接收需要处理的数据和/或信息，处理器从该通信接口获取该数据和/或信息，并对该数据和/或信息进行处理，并通过该通信接口输出处理结果。该通信接口可以是输入输出接口。

本申请第八方面提供了一种总线网络，所述总线网络包括通过总线连接的多个总线设备，总线网络中运行有总线控制器，总线控制器用于执行如上述第一方面以及各种可能的实现方式中任一项所述的方法。

其中，本申请提供的装置的实现方式和技术效果可参见本申请提供的方法中相应实现方式所带来的技术效果，此处不再赘述。

附图说明

- 图 1 示意性示出总线网络一种可能的结构；
- 图 2 示意性示出总线网络另一种可能的结构；
- 图 3 示意性示出本申请实施例提供的基于总线技术的设备管理方法一种可能的流程；
- 图 4 示意性示出总线交换机 1 广播 CPU 的通告报文的过程；
- 图 5 示意性示出总线控制器通过总线交换网络向 CPU 发送配置报文 1 的转发路径；
- 图 6 示意性示出总线网络中新增 SSD 的管理方法；
- 图 7 示意性示出 SSD 从总线网络中退出的管理方法；
- 图 8 示意性示出总线控制器的结构；
- 图 9 示意性示出总线设备的结构。

具体实施方式

首先，对本申请中的部分用语进行解释说明，以便于本领域技术人员理解。

总线（bus），是计算机各种功能部件（称作总线设备）之间传送信息的公共通信干线。按照计算机所传输的信息种类，计算机的总线可以划分为数据总线、地址总线和控制总线，分别用来传输数据、数据地址和控制信号。

总线设备，指具有总线接口或支持总线协议或能够通过总线与其他设备通信的电子设备或计算机设备，其可以为主处理器单元（central processing unit，CPU）、网卡、内存、固态硬盘（solid state drive，SSD）或输入输出设备等。

总线网络，包括通过总线连接的多个总线设备。

总线控制器，用于管理总线网络中的总线设备，例如，可以负责发现和注册总线网络中的总线设备。总线控制器可以运行在总线设备上，其可以通过软件和/或硬件实现。本申请不限定总线控制器所在的总线设备的类型，例如，总线控制器可以运行在 CPU 或网卡等总线设备上。后文，总线控制器也可以指具有上述总线控制器功能的总线设备。

总线终端，可以运行在总线设备上，其可以通过软件和/或硬件实现，可以支持将所在总线设备中的全部或部分存储资源映射至总线的地址空间，供其他总线设备直接访问。本申请不限定总线终端所在的总线设备的类型，例如，总线终端可以运行在 CPU 或网卡或内存或 SSD 或输入输出设备等总线设备上。后文，总线终端也可以指具有上述总线终端功能的总线设备。

总线交换机(switch)，用于实现总线互联和路由（或转发）。总线交换机可以运行在总线设备上，其可以通过软件和/或硬件实现。本申请不限定总线交换机所在的总线设备的类型，例如，总线交换机可以

运行在 CPU 或网卡等总线设备上。后文，总线交换机也可以指具有上述总线交换机功能的总线设备。一个或多个总线交换机可以构建其他不同总线设备间的一条或多条物理链路或转发路径，从而实现不同总线设备之间的访问。

混合型总线设备，可以具有多种功能，例如，可以具有上述总线控制器、总线终端和总线交换机中的两种功能。对于后文提到的总线控制器、总线终端和总线交换机，其可以是混合型总线设备。

网络拓扑，是引用拓扑学中研究与大小、形状无关的点、线关系的方法，把总线网络中的总线设备抽象为一个点，把传输介质（如总线）抽象为一条线，由点和线组成的几何图形就是总线网络的网络拓扑（或称拓扑结构）。其中，网络拓扑的类型可以包括但不限于包括环形拓扑、树形拓扑、星形拓扑、混合型拓扑和网状拓扑等。

本申请不限定总线的类型，例如，总线可以是快捷外围部件互连标准（peripheral component interconnect express，PCIe）总线，或扩展工业标准结构（extended industry standard architecture，EISA）总线、统一总线（unified bus，Ubus 或 UB）、计算机快速链接（compute express link，CXL）、缓存一致互联协议（cache coherent interconnect for accelerators，CCIX）或英伟达互联（nvidia link，NVLINK）总线等。

总线网络可以包括相同或不同种类型的多个总线设备，例如，可以包括总线控制器、总线终端和总线交换机。总线域需要有统一的地址分配后才能互相访问，因此总线终端在上电初始化后，需要先到总线控制器获取分配的地址空间后，才能进行互相访问。

现有总线网络的管理机制中，总线控制器通过枚举扫描的方式发现并注册总线终端。图 1 示意性示出总线网络一种可能的结构。如图 1 所示，总线网络包括总线控制器、总线交换机和 3 个总线终端。本申请附图中，以六边形代表总线交换机，以六边形的不同边代表总线交换机的不同端口。图 1 中不同总线设备之间的连线代表总线，假设，图 1 所示的总线为 PCIe 总线。如图 1 所示，总线交换机的三个不同端口分别连接两个总线终端和一个总线控制器，总线控制器还直接连接一个总线终端。总线控制器可以采用主从（master-slave）模型，依次扫描发现各个总线终端。例如，总线控制器首先执行 PCIe 链路的训练，之后通过枚举扫描的方式，读取总线终端的配置空间（或称 PCIe 空间）的寄存器，接收总线终端响应枚举报文所返回的事务层报文（transaction layer packet，TLP），写 TLP 配置信息，之后为总线终端分配并配置地址空间，以实现总线终端的正常使用。

但是，总线控制器为了发现总线交换机所连接的总线终端，需要先通过枚举报文读取并配置总线交换机的配置空间，以使得总线交换机确定通往总线控制器的转发路径，例如确定总线交换机的端口中通往总线控制器的端口。这样，总线交换机可以按照配置的转发路径将枚举报文转发至连接的总线终端，并将 TLP 转发至总线控制器。也就是说，总线控制器需要先配置总线交换机，之后才能发现连接在总线交换机端口上的总线终端，这增加了总线控制器发现总线终端的时延。

此外，扫描过程中，只能由作为总线控制器的 CPU 发起，其他总线设备作为从属设备。并且，由于配置范围空间有限，无法做到跨多级总线交换机的注册能力（比如 1K+ 总线设备节点）。

并且，随着总线网络的规模不断增大，总线网络包括更多数量的总线交换机和总线终端。总线网络中的总线设备可以设置在多个计算设备（或计算设备集群）中。图 2 示意性示出总线网络另一种可能的结构。图 2 以总线网络包括总线控制器、3 个总线终端和 6 个总线交换机为例，这 3 个总线终端分别为 CPU、网卡和内存，这 6 个总线交换机分别为总线交换机 1~总线交换机 6。为了便于描述，后文将总线交换机 1~总线交换机 6 称作总线交换网络。总线交换网络具有用于连接总线网络中其他总线设备的多个端口。其他总线设备包括总线控制器、CPU、网卡和内存。总线交换网络的多个端口（图 2 中加粗的端口）包括总线交换机 1~总线交换机 4 中每个总线交换机的端口 1 和端口 3，还包括总线交换机的端口 3 和总线交换机 6 的端口 3。图 2 示意性示出包括总线设备的两个计算设备（机架 1 和机架 2），总线网络中的总线设备可以位于更多或更少数目的计算设备上。图 2 以计算设备为机架式服务器为例，计算设备可以为其他类型的设备。

如图 2 所示，总线交换网络的任意两个不同外部端口之间存在至少一条转发路径，每条转发路径经由至少一个总线交换机，并且，总线控制器与总线终端之间的转发路径至少经由两个总线交换机。可见，随着总线网络的规模不断增大，总线控制器需要穿透越来越多的总线交换机发现总线终端，这导致总线控制器需要对更多数量的总线交换机配置通往自己的转发路径后才能向总线交换机所连接的总线终端发送枚举报文并接收其返回的 TLP，总线控制器发现总线终端的时延不断增大，不利于保障总线网络的管

理效率。此外，由于总线控制器需要分别在各个总线交换机中配置多个端口中不同端口之间的转发路径，总线控制器的负载较大，这增加了总线控制器出现故障的几率，降低总线网络的可靠性。

有鉴于此，本申请提供一种基于总线技术的设备管理方法，总线设备上电后可以主动向总线控制器发送自己的设备信息，而无需等待接收总线控制器发送的枚举报文，总线控制器收到总线设备的设备信息后，根据总线设备的设备信息为总线设备分配总线的地址空间，这样，不仅有利于减小总线控制器发现总线设备的时延，提高总线控制器管理总线网络的效率，还有利于减小总线控制器的负载，降低总线控制器出现故障的几率，进而提升总线网络的可靠性。

下面基于图 2 所示的总线网络的结构，举例介绍总线控制器穿透总线交换机 1~总线交换机 6 管理 CPU 的方法流程。如图 2 所示，总线控制器分别连接总线交换网络中总线交换机 5 和总线交换机 6 的端口 3，CPU 分别连接总线交换网络中总线交换机 1 的端口 1 和总线交换机 2 的端口 3。为了便于描述，将总线交换机 5 的端口 3 和总线交换机 6 的端口 3 统称为总线交换网络的第一端口，将总线交换机 1 的端口 1 和总线交换机 2 的端口 3 统称为总线交换网络的第二端口。图 3 示意性示出本申请提供的方法的流程，该方法可以包括步骤 S301~S305。

S301、CPU 向第二端口发送自己的通告报文，相应的，总线交换网络从第二端口接收通告报文，其中，通告报文包括 CPU 的设备信息；

CPU 可以向第二端口发送自己的通告报文。相应的，总线交换网络可以从第二端口接收通告报文。其中，通告报文包括 CPU 的设备信息。CPU 的设备信息可以包括 CPU 的标识。本申请不限定 CPU 的标识的具体内容，只要 CPU 的标识可以用于在总线网络中唯一标识 CPU 的身份即可。例如，CPU 的标识可以包括 CPU 的设备类型、厂商标识（identification，ID）和设备 ID 中的至少一种。

CPU 的设备信息还可以包括 CPU 所需的地址空间的大小。CPU 所需的地址空间的大小可以指 CPU 的存储空间中供总线网络中其他总线设备直接访问的地址空间的大小。这样，有利于总线控制器按照 CPU 所需地址空间的大小来为其分配地址空间，提高总线控制器为 CPU 分配地址空间的准确性。

表 1 示意性示出 CPU 向第二端口发送的自己的通告报文的可能内容。如表 1 所示，CPU 的通告报文包括 6 个字段，分别为设备类型字段、设备 ID 字段、厂家标识字段、设备需要地址空间字段、设备起始地址字段和设备结束地址字段。其中，设备类型字段的值用于指示设备的设备类型，设备 ID 字段的值用于指示设备的设备 ID，厂家 ID 字段的值用于指示设备的厂家 ID，设备需要地址空间字段的值用于指示设备所需地址空间的大小，设备起始地址字段的值和设备结束地址字段的值分别用于指示总线控制器为设备分配的地址空间的起始地址和结束地址。

设备类型字段：CPU	设备 ID 字段：D1	厂家 ID 字段：V1
设备需要地址空间字段：1KB	设备起始地址字段：空	设备结束地址字段：空

表 1 还通过冒号后的内容示意性示出 CPU 的通告报文中上述各字段的值所指示的信息。如表 1 所示，在 CPU 的通告报文中，设备类型字段的值指示发出该通告报文的总线设备的设备类型为 CPU，设备 ID 字段的值指示该总线设备的设备 ID 为 D1，厂家 ID 字段的值指示该总线设备的厂家 ID 为 V1，设备需要地址空间字段的值指示该总线设备所需地址空间的大小为 1KB，设备起始地址字段的值和设备结束地址字段的值分别指示“空”，“空”可以指无效的地址或默认的地址，默认的地址不用于描述总线控制器为总线设备分配的地址空间，默认的地址可以用于表示总线控制器尚未为该总线设备分配地址空间。

CPU 可以在开机或初始化后，主动向第二端口发送自己的通告报文。本申请不限定 CPU 初始化的具体过程。例如，CPU 初始化包括 BIOS 初始化和/或自身端口与总线交换网络的第二端口通过物理层自协商连接（link）。本申请不限定 CPU 的端口与总线交换网络的第二端口自协商的具体内容，例如，在端口之间进行自协商的过程中，可以执行对接两端的接口速率、链路物理层训练串行器/解串器（serializer/deserializer，SERDES）参数、时钟对齐和通道绑定等建链过程。

本申请不限定 CPU 在完成初始化后立即发送自己的通告报文，可选的，CPU 可以在完成初始化后的一段时长后发送自己的通告报文。

本申请不限定 CPU 向第二端口发送一次通告报文，可选的，CPU 可以向第二端口多次发送通告报文，有利于提高总线控制器成功接收 CPU 的通告报文的几率。

如前文介绍的，第二端口可以包括总线交换机 1 的端口 1 和总线交换机 2 的端口 3。CPU 可以向第二

端口中的每个端口（例如总线交换机 1 的端口 1 和总线交换机 2 的端口 3）分别发送自己的通告报文，这样有利于提高总线控制器成功接收 CPU 的通告报文的几率。可选的，CPU 也可以向第二端口中的一个端口发送自己的通告报文。

在实际应用中，本申请不限定 CPU 所连接的总线交换网络的端口的数目，例如，CPU 所连接的总线交换网络的端口（即第一端口）可以仅包括一个端口或包括多个端口。

S302、总线交换网络通过广播的方式转发通告报文，相应的，总线控制器从第一端口接收通告报文；总线交换网络从第二端口接收 CPU 的通告报文后，可以通过广播的方式转发该通告报文。当第二端口与总线交换网络的所有其他端口之间均存在转发路径时，总线交换网络可以将通告报文转发至第二端口以外的所有端口（如图 4 所示标记有三角形的端口）。相应的，基于连接 CPU 的第二端口和连接总线控制器的第一端口之间存在转发路径，总线交换网络可以通过第一端口向总线控制器转发 CPU 的通告报文，总线控制器可以从第一端口接收 CPU 的通告报文。

如图 4 所示，网卡和内存所连的总线交换网络的端口与第二端口均存在转发路径，因此，总线交换网络可以通过总线交换机 1 的端口 3 和总线交换机 2 的端口 1 分别向网卡转发 CPU 的通告报文，并且，可以通过总线交换机 3 的端口 1 和总线交换机 4 的端口 3 分别向内存转发 CPU 的通告报文。网卡和内存可以分别接收通告报文，或者，可以基于自己的设备类型不是总线控制器而不接收或丢弃 CPU 的通告报文。

总线交换网络通过广播的方式转发通告报文可以指，总线交换网络中接收到该通告报文的每个总线交换机通过广播的方式转发该通告报文。图 4 示出总线交换机 1 接收到 CPU 的通告报文后广播该通告报文的示意图。如图 4 中带有箭头的虚线所示，总线交换机 1 从自己的端口 1 接收到 CPU 的通告报文后，对其进行复制，得到 3 个通告报文，之后分别通过自己的其他端口（即端口 2~端口 4）转发这 3 个通告报文。

如图 4 所示，第一端口和第二端口之间可以存在多条转发路径。这多条转发路径包括总线交换机 1 的端口 1 与总线交换机 5 的端口 3 之间的多条转发路径、总线交换机 1 的端口 1 与总线交换机 6 的端口 3 之间的多条转发路径、总线交换机 2 的端口 3 与总线交换机 6 的端口 3 之间的多条转发路径和总线交换机 2 的端口 3 与总线交换机 6 的端口 3 之间的多条转发路径。在总线交换机 1 的端口 1 与总线交换机 5 的端口 3 之间的多条转发路径中，总线交换机 1 的端口 1 可以依次经由自己的端口 2、总线交换机 5 的端口 1 连接总线交换机 5 的端口 3，或者，总线交换机 1 的端口 1 可以依次经由自己的端口 4、总线交换机 6 的端口 5、总线交换机 6 的端口 4、总线交换机 2 的端口 4、总线交换机 2 的端口 2 和总线交换机 5 的端口 2 连接总线交换机 5 的端口 3，或者，总线交换机 1 的端口 1 可以依次经由自己的端口 4、总线交换机 6 的端口 5、总线交换机 6 的端口 1、总线交换机 3 的端口 2、总线交换机 3 的端口 4 和总线交换机 5 的端口 5 连接总线交换机 5 的端口 3 等。

因此，总线交换网络通过广播方式转发通告报文后，可以通过第一端口向总线控制器分别发送经过多条转发路径中不同转发路径转发的多个通告报文。总线控制器可以接收多个通告报文中的一个报文或全部报文。

S303、总线控制器根据通告报文中 CPU 的设备信息为 CPU 分配地址空间 1；总线控制器接收 CPU 的通告报文后，可以根据通告报文中 CPU 的设备信息为 CPU 分配地址空间（记为地址空间 1）。总线控制器可以从总线网络的全局地址空间（或称总线域）中为总线设备分配地址空间 1，或者说，为总线设备分配的地址空间 1 为全局地址空间的子集。

其中，全局地址空间可以指总线网络中地址总线的最大寻址空间。作为举例，假设总线网络中地址总线的最大寻址能力为 4GB，总线网络的全局地址空间（或称总线域）的起始地址和终止地址可以分别为 1 和 4GB。

如前文介绍的，CPU 的通告报文可以包括 CPU 所需地址空间的大小，总线控制器可以按照 CPU 的通告报文中 CPU 所需地址空间的大小为 CPU 分配地址空间 1。如表 1 所示，假设 CPU 所需地址空间的大小为 1KB，总线控制器可以从全局地址空间中为 CPU 分配大小为 1KB 的地址空间 1。

为了保证总线控制器为不同总线设备分配不同的地址空间，总线控制器可以维护地址分配信息。地址分配信息用于指示全局地址空间中尚未分配的地址空间，还用于指示各已分配的地址空间与所分配的总线设备的标识之间的绑定关系。假设 CPU 的通告报文中 CPU 的标识为“CPU，D1，V1”，总线控制器按照 CPU 的设备信息中所需地址空间的大小为 CPU 分配地址空间 1 后，可以根据地址空间 1 和 CPU

的设备信息中 CPU 的标识更新地址分配信息，更新后的地址分配信息可以用于指示地址空间 1 与“CPU，D1，V1”之间的绑定关系。

S304、总线控制器通过总线交换网络向 CPU 发送配置报文 1，相应的，CPU 通过总线交换网络接收配置报文 1，其中，配置报文 1 包括用于描述地址空间 1 的地址信息；

5 总线控制器为 CPU 分配地址空间 1 后，可以通过总线交换网络向 CPU 发送配置报文 1。相应的，CPU 可以通过总线交换网络接收配置报文 1。其中，配置报文 1 包括用于描述总线控制器为 CPU 分配的地址空间 1 的地址信息，配置报文 1 可以用于指示 CPU 将自己的全部或一部分存储空间映射至地址信息所描述的地址空间 1。

10 地址空间 1 可以为连续的一个地址范围或不连续的多个地址范围。本申请不限定配置报文 1 中地址信息描述地址空间 1 的具体方式，只要地址信息可以描述地址空间 1 的每个地址范围即可。例如，对于地址空间 1 中的任一地址范围，地址信息可以包括该地址范围的起始地址、结束地址和地址范围的长度等信息中的至少一种。

配置报文 1 除了可以包括描述地址空间 1 的地址信息，还可以包括其他信息。例如，配置报文 1 还可以包括 CPU 的设备信息中的全部信息或一部分信息（例如 CPU 的标识）。表 2 示意性示出配置报文 1 的可能内容。表 2 所示配置报文 1 各字段的含义和内容可以参考表 1 的相关内容进行理解，但是，表 2 所示配置报文 1 中设备起始地址字段和设备结束地址字段的值与表 1 中相应字段的值不同。在表 2 所示配置报文 1 中，设备起始地址字段的值可以指示地址空间 1 中各地址范围的起始地址（记为地址 1），设备结束地址字段的值可以指示地址空间 1 中各地址范围的结束地址（记为地址 2）。

表 2

设备类型字段：CPU	设备 ID 字段：D1	厂家 ID 字段：V1
设备需要地址空间字段：1KB	设备起始地址字段：地址 1	设备结束地址字段：地址 2

20 总线控制器生成配置报文 1 后，可以向总线交换网络的第一端口发送配置报文 1。当第一端口包括多个端口（例如图 4 所示总线交换机 5 和总线交换机 6 的端口 3）时，总线控制器可以向第一端口中的每个端口发送配置报文 1，有利于提高 CPU 成功接收配置报文 1 的几率，或者，总线控制器可以向第一端口中接收到 CPU 的通告报文的全部或部分端口发送配置报文 1。可选的，总线控制器可以获取并记录通往 CPU 的多条转发路径，以确定通往 CPU 的一部分转发路径（例如时延最小的转发路径），之后向位于该转发路径上的端口（例如总线交换网络 5 的端口 1）发送配置报文 1。当存在多条时延最小的转发路径时，总线控制器可以向其中的一个或多个转发路径上的端口发送配置报文 1。后文将介绍总线控制器获取通往 CPU 的每条转发路径的可能方式，此处暂不展开。

30 本申请不限定总线交换网络从第一端口接收配置报文 1 后将配置报文 1 转发至 CPU 的方式。在一些示例中，总线交换网络可以通过广播的方式转发配置报文 1，从而可以将配置报文 1 转发至连接 CPU 的第二端口。或者，在一些实例中，总线交换网络可以按照通往 CPU 的转发路径（例如图 5 中带有箭头的虚线所表示的转发路径）向 CPU 转发配置报文 1，有利于节约总线交换网络的转发资源，还有利于提高配置报文 1 的安全性。

35 本申请不限定总线交换网络确定通往 CPU 的转发路径的方式。可选的，总线交换网络可以在接收并广播 CPU 的通告报文的过程中关联记录 CPU 的转发路径和通告报文中 CPU 的标识，这样，当总线交换网络接收到携带 CPU 的标识的配置报文 1 时，可以确定与 CPU 的标识关联记录的转发路径，进而按照该转发路径向 CPU 转发配置报文 1。

40 本申请不限定总线交换网络在接收并广播 CPU 的通告报文的过程中记录 CPU 的转发路径的方式。例如，对于总线交换网络中接收到 CPU 的通告报文的每个总线交换机，其可以关联记录接收该通告报文的端口和该通告报文中总线设备的标识。例如，总线交换机 5 从端口 1 接收到 CPU 的通告报文后，可以关联记录“CPU，D1，V1”和“端口 1”，之后，在从自己的端口 3 接收到携带“CPU，D1，V1”的配置报文 1 后，可以向端口 1 发送配置报文 1。

45 如前文介绍的，由于总线交换网络通过广播方式转发 CPU 的通告报文，因此，单个总线交换机可以从多个端口接收 CPU 的通告报文，总线交换机可以向接收该通告报文的每个端口发送配置报文 1，或者，可以向多个端口中的一个端口发送配置报文 1。可选的，总线交换机可以获取并记录通往 CPU 的多条转发路径，以确定通往 CPU 的部分转发路径（例如时延最小的转发路径），之后向位于该转发路径上的端口发送配置报文 1。当存在多条时延最小的转发路径时，总线交换机可以按照其中的一个或多个转发路径

转发配置报文 1。后文将介绍总线交换机获取通往 CPU 的多条转发路径的可能方式，此处暂不展开。

S305、CPU 按照配置报文 1 的指示将自己的存储空间 1 映射至地址空间 1；

CPU 接收配置报文 1 后，可以按照配置报文 1 的指示配置自己的配置空间。例如，CPU 可以按照配置报文 1 的指示将自己的存储空间 1 映射至地址空间 1，从而有利于总线网络中的其他总线设备按照地址空间 1 直接寻址到 CPU 的存储空间 1，从存储空间 1 中读取数据和/或向存储空间 1 中写入数据。

存储空间 1 的大小与地址空间 1 的大小可以相同，但是二者的起始地址的值和/或结束地址的值可以相同或不同，二者的分布状态可以相同或不同。例如，存储空间 1 和地址空间 1 可以均分别对应于连续的一个地址范围，或者，存储空间 1 对应于连续的一个地址范围但地址空间 1 对应于不连续的多个地址范围，或者，存储空间 1 对应于不连续的多个地址范围但地址空间 1 对应于连续的一个地址范围，或者，二者均分别对应于不连续的多个地址范围。

图 3 所示方法流程示意性示出总线控制器发现并注册 CPU 的流程，总线控制器还可以发现并注册连接该总线交换网络的其他总线设备，例如，还可以分别发现并注册网卡和内存，总线控制器发现其他总线设备的方法流程可以参考图 3 所示流程。

总线控制器发现并注册网卡和内存后，可以分别更新前文介绍的地址分配信息，更新后的地址分配信息除了可以指示地址空间 1 与“CPU，D1，V1”之间的绑定关系，还可以指示地址空间 2 与“网卡，D2，V2”之间的绑定关系，以及地址空间 3 与“内存，D3，V3”之间的绑定关系。其中，地址空间 2 和地址空间 3 为全局地址空间中除地址空间 1 以外的不同的地址空间，D2 和 V2 分别代表网卡的设备 ID 和厂商 ID，D3 和 V3 分别代表内存的设备 ID 和厂商 ID。

总线设备上电后主动向总线控制器发送自己的设备信息，而无需等待接收总线控制器发送的枚举报文，总线控制器收到总线设备的设备信息后，根据总线设备的设备信息为总线设备分配总线的地址空间，这样，不仅有利于减小总线控制器发现总线设备的时延，提高总线控制器管理总线网络的效率，还有利于减小总线控制器的负载，降低总线控制器出现故障的几率，进而提升总线网络的可靠性。

可选的，如图 3 所示，在 S305 之后，该方法流程还可以包括 S306 和 S307。

S306、CPU 通过总线交换网络向总线控制器发送通知报文 1，通知报文 1 用于指示 CPU 按照配置报文 1 的指示对自己的配置空间的配置结果；

CPU 按照配置报文 1 的指示配置自己的配置空间后，可以通过总线交换网络向总线控制器发送通知报文 1，通知报文 1 用于指示 CPU 按照配置报文 1 的指示对自己的配置空间的配置结果，配置结果用于指示配置成功（pass）或配置失败（fail）。

S307、总线控制器通过总线交换网络向 CPU 发送指示报文 1，指示报文 1 用于指示对 CPU 注册完成；当通知报文 1 指示配置成功时，总线控制器可以确定 CPU 的存储空间可以直接访问。可选的，总线控制器可以将 CPU 的地址空间 1 中的全部或部分地址空间暴露给总线网络中的其他总线设备（例如网卡或内存）等访问。之后，总线控制器可以通过总线交换网络向 CPU 发送指示报文 1，指示报文 1 用于指示对 CPU 注册完成。

当通知报文 1 指示配置失败时，总线控制器可以重复发送配置报文 1，直至接收 CPU 发送的用于指示配置成功的通知报文或超时。在 CPU 未配置成功期间，总线控制器不允许其他总线设备访问地址空间 1。若总线控制器超时未接收到 CPU 发送的用于指示配置成功的通知报文，总线控制器可以回收为 CPU 分配的地址空间 1。

可选的，如图 3 所示，在 S305 之后，该方法流程还可以包括 S308 和 S309。

S308、CPU 通过总线交换网络向总线控制器发送通知报文 2，通知报文 2 用于指示 CPU 的状态就绪；当 CPU 按照配置报文 1 的指示配置完成，可以通过总线交换网络向总线控制器发送通知报文 2，通知报文 2 用于指示 CPU 的状态就绪。

S309、总线控制器通过总线交换网络向 CPU 发送指示报文 2，指示报文 2 用于指示收到通知报文 2；总线控制器收到通知报文 2 后，可以通过总线交换网络向 CPU 发送指示报文 2，指示报文 2 用于指示收到通知报文 2。

可选的，如图 3 所示，在 S305 之后，该方法流程还可以包括 S310 和 S311。

S310、总线控制器通过总线交换网络向 CPU 发送保活报文；

S311、CPU 通过总线交换网络向总线控制器发送对保活报文的响应报文。

若总线控制器在预定时长内收到 CPU 对保活报文的响应报文，总线控制器可以判定 CPU 在位。若总

线控制器在预定时长内未收到 CPU 对保活报文的响应报文，总线控制器可以判定 CPU 退出总线网络，并注销 CPU，对 CPU 执行设备退出流程。

如前文介绍的，总线交换网络可以在接收并广播与其连接的总线设备的通告报文的过程中关联记录通往总线设备的转发路径和通告报文中总线设备的标识。类似的，在一些示例中，总线控制器可以向总线交换网络的第一端口发送自己的通告报文，总线控制器的通告报文包括总线控制器的设备信息，总线控制器的设备信息指示其设备类型为总线控制器，总线交换网络可以在接收并广播总线控制器的通告报文的过程中记录通往总线控制器的转发路径。之后，总线交换网络可以按照该转发路径对发往总线控制器的报文进行转发，这样，有利于节约转发资源并且提高报文的安全性。

图 3 对应的方法示例中，S302 以总线交换网络通过广播的方式转发 CPU 的通告报文为例，本申请不限定总线交换网络转发 CPU 的通告报文的方式。

可选的，总线交换机可以获取并记录通往总线控制器的多条转发路径，以确定部分转发路径（例如时延最小的转发路径），之后向位于该转发路径上的端口发送发往总线控制器的报文。当存在多条时延最小的转发路径时，总线交换机可以按照其中的一个或多个转发路径转发发往总线控制器的报文。后文将介绍总线交换机获取通往总线控制器的多条转发路径的可能方式。

可选的，总线交换网络中的总线交换机接收到 CPU 的通告报文后，可以在 CPU 的通告报文中添加总线交换机对其的转发路径的信息，之后按照该转发路径转发该通告报文。这样，总线控制器可以根据接收的通告报文中转发路径的信息确定该通告报文在总线交换网络中经由的转发路径。

例如，总线交换机 1 在从自己的端口 1 接收到 CPU 的通告报文后，可以在通告报文中添加自己的端口 1 到自己的端口 2 的转发路径的信息，之后向自己的端口 2 发送添加了转发路径的信息的通告报文。表 3 示意性示出这个添加了转发路径的信息的通告报文。表 3 中前两行的内容可以参考表 1 所示 CPU 发送的通告报文进行理解，表 3 中第三行的内容用于指示总线交换机 1 对该通告报文或其中的设备信息转发的信息（即转发路径的信息）。如表 3 所示，转发路径的信息可以包括总线交换机的设备信息、接收端口的信息和发送端口的信息。如表 3 所述，转发路径的信息可以指示总线交换机 1 从自己的端口 1 接收 CPU 发送的通告报文，并且，通过自己的端口 2 转发该通告报文。总线交换机 1 的设备信息可以包括总线交换机 1 的标识，本申请不限定总线交换机 1 的标识的具体内容，只要总线交换机 1 的标识可以用于在总线网络或总线交换网络中唯一标识总线交换机 1 即可。例如，总线交换机 1 的标识可以包括其设备类型、厂商标识（identification，ID）和设备 ID 中的至少一种。当总线交换机的存储空间可以供总线网络中的其他总线设备直接访问时，总线交换机的设备信息可以参考 CPU 的设备信息的内容进行理解，例如，总线交换机的设备信息还可以包括总线交换机所需的地址空间的大小。

表 3

设备类型字段：CPU	设备 ID 字段：D1	厂家 ID 字段：V1
设备需要地址空间字段：1KB	设备起始地址字段：空	设备结束地址字段：空
交换机信息字段：总线交换机 1 的设备信息	接收端口字段：端口 1	发送端口字段：端口 2

例如，总线交换机 5 在从自己的端口 1 接收到总线交换机 1 转发的 CPU 的通告报文后，可以在通告报文中添加自己的端口 1 到自己的端口 3 的转发路径的信息，之后向自己的端口 3 发送添加了转发路径的信息的通告报文。表 4 示意性示出这个添加了转发路径的信息的通告报文。表 4 中前三行的内容可以参考表 3 所示总线交换机 1 向自己的端口 2 发出的 CPU 的通告报文进行理解，表 4 中第四行的内容用于指示总线交换机 5 从自己的端口 1 接收该通告报文，并且，通过自己的端口 3 转发该通告报文。总线交换机 5 的设备信息可以参考前文介绍的总线交换机 1 的标识进行理解。

表 4

设备类型字段：CPU	设备 ID 字段：D1	厂家 ID 字段：V1
设备需要地址空间字段：1KB	设备起始地址字段：空	设备结束地址字段：空
交换机信息字段：总线交换机 1 的设备信息	接收端口字段：端口 1	发送端口字段：端口 2
交换机信息字段：总线交换机 5 的设备信息	接收端口字段：端口 1	发送端口字段：端口 3

总线控制器从总线交换机 5 的端口 3 接收表 4 所示的通告报文后，可以确定表 4 的第三行和第四行

为总线交换网络在通告报文中添加的转发路径的信息，根据表 4 中第三行和第四行的内容可以确定，CPU 连接总线交换机 1 的端口 1，自己连接总线交换机 5 的端口 3，并且，CPU 的通告报文在总线交换网络中经由的转发路径为从总线交换机 1 的端口 1 依次经由总线交换机 1 的端口 2 和总线交换机 5 的端口 1 到达总线交换机 5 的端口 3。

5 如前文介绍的，总线交换网络可以通过广播的方式转发 CPU 的通告报文，因此，总线交换网络可以通过不同的多条转发路径将 CPU 的通告报文转发至总线控制器，并且，经由不同转发路径转发的通告报文中转发路径的信息可以不同，这样，总线控制器可以通过接收经由不同的多条转发路径转发的 CPU 的通告报文确定 CPU 与自己之间的多条转发路径。

 类似的，总线交换网络中的总线交换机可以在转发的其他总线设备（例如网卡和内存）的通告报文中添加转发路径的信息，这样，总线控制器可以分别确定网卡与自己之间的多条转发路径和内存与自己之间的多条转发路径。

10 可选的，总线控制器可以根据 CPU、网卡和内存与自己（即总线控制器）之间的各转发路径确定图 2 所示总线网络的网络拓扑。这样，有利于总线控制器更加准确、更加高效的管理总线网络。

 可选的，总线交换网络中的总线交换机可以根据总线设备的各通告报文中转发路径的信息记录通往该总线设备的各转发路径，这样有利于总线交换机在分别广播 CPU、网卡和内存的通告报文后，记录通往各总线设备的多条转发路径，进而有利于总线交换机按照最优的转发路径（例如时延最小的转发路径）分别向各总线设备转发报文（例如配置报文）。

15 可选的，总线交换网络中的总线交换机接收到总线控制器的通告报文后，可以在该通告报文中添加总线交换机对其的转发路径的信息，之后按照该转发路径转发该通告报文。如前文介绍的，总线交换网络可以通过广播的方式转发总线控制器的通告报文，因此，总线交换网络中的总线交换机可以接收从不同的多条转发路径转发的总线控制器的通告报文，并且，根据总线控制器的各通告报文中转发路径的信息记录通往该总线控制器的多条转发路径。这样有利于总线交换机在广播总线控制器的通告报文后，记录通往各总线控制器的多条转发路径，进而有利于总线交换机按照最优的转发路径（例如时延最小的转发路径）向总线控制器转发报文（例如后文介绍的新增总线设备的通告报文和/或总线设备的退出通告报文）。

20 总线交换网络中的总线交换机在确定通往与其连接各总线设备的多条转发路径后，可以确定总线网络的网络拓扑（例如如图 2 所示）。这样，有利于总线控制器更加准确、更加高效的转发报文。

 基于总线交换机记录了总线网络的网络拓扑或通往总线设备的转发路径，总线交换机在接收总线控制器发送的该总线设备的配置报文时，可以将网络拓扑或转发路径中该总线设备的信息关联记录该总线设备的地址空间的地址信息，这样有利于总线交换机后续在收到访问该地址空间的报文时，按照通往该总线设备的转发路径对该报文进行路由。

25 可选的，总线交换网络中的总线交换机也可以发送自己的通告报文，总线交换机的通告报文可以包括总线交换机的设备信息。并且，总线交换网络中的总线交换机在收到其他总线交换机发送的通告报文后，可以通过广播的方式转发该通告报文。

30 如前文介绍的，总线网络中的各总线设备可以发送自己的通告报文，总线交换机除了发送自己的通告报文，还可以通过广播的方式转发接收的其他总线设备的通告报文，并且，在转发的通告报文中添加转发路径的信息。

 在一种可能的实现方式中，总线交换机在收到多个通告报文后，可以分别对多个通告报文进行单独广播。或者，在一种可能的实现方式中，总线交换机在收到多个通告报文后，可以对多个通告报文进行合并或聚合后广播，这样，不仅有利于减少总线控制器接收通告报文的次数，降低其负载，还有利于减少相同信息的多次重复发送，节约总线网络的传输资源。

40 本申请不限定总线交换机得到聚合的通告报文的方式。例如，当对端设备的设备类型为总线终端而不包括总线交换机时，总线交换机收到该对端设备的设备信息后，可以确定无需从该对端设备接收其他总线设备的设备信息，当对端设备的设备类型包括总线交换机时，总线交换机收到对端设备的设备信息，还可以等待从该对端设备接收其他总线设备的设备信息。之后，总线交换机可以将接收的多个总线设备的设备信息聚合（例如封装在相同报文中）。

45 总线交换机 1 分别接收 CPU 的通告报文和网卡的通告报文后，可以分别向自己的端口 2 和端口 4 发送合并后的通告报文。表 5 示意性示出总线交换机 1 向自己的端口 2 发送的合并后的通告报文的内容。表

5 中第一行分别表示总线交换机 1 的设备信息、总线交换机 1 上接收了通告报文的端口和总线交换机 1 上发送该合并后的通告报文的端口。表 5 中第二行和第三行表示 CPU 向端口 1 发送的通告报文中的内容（例如 CPU 的设备信息），表 5 中第四行和第五行表示网卡向端口 3 发送的通告报文中的内容（例如网卡的设备信息）。

5

表 5

交换机信息字段：总线交换机 1 的设备信息	接收端口字段：端口 1，端口 3	发送端口字段：端口 2
设备类型字段：CPU	设备 ID 字段：D1	厂家 ID 字段：V1
设备需要地址空间字段：1KB	设备起始地址字段：空	设备结束地址字段：空
设备类型字段：网卡	设备 ID 字段：D2	厂家 ID 字段：V2
设备需要地址空间字段：1KB	设备起始地址字段：空	设备结束地址字段：空

类似的，总线交换机 5 还可以分别接收并合并总线交换机 2、总线交换机 3 和总线交换机 4 发送的合并后的通告报文，总线交换机发送的合并后的通告报文可以包括总线交换机下挂的各总线终端的通告报文中的内容（例如设备信息）。总线交换机 5 可以向自己的端口 3 发送合并后的通告报文。表 6 示意性示出总线交换机 5 向自己的端口 3 发送的合并后的通告报文。表 6 中第一行的含义可以参考表 5 中第一行的含义进行理解。表 6 中第二行表示总线交换机 5 从自己的端口 1 所接收的通告报文的内容，即总线交换机 1 向自己的端口 2 所发送的合并后的通告报文中的内容（即表 5 中的内容）。表 6 中第三行表示总线交换机 5 从自己的端口 2 所接收的通告报文的内容，即总线交换机 2 向自己的端口 2 所发送的合并后的通告报文中的内容（可以参考表 5 中的内容进行理解）。表 6 中第四行表示总线交换机 5 从自己的端口 5 所接收的通告报文的内容，即总线交换机 3 向自己的端口 4 所发送的合并后的通告报文中的内容（可以参考表 5 中的内容进行理解）。表 6 中第五行表示总线交换机 5 从自己的端口 4 所接收的通告报文的内容，即总线交换机 4 向自己的端口 4 所发送的合并后的通告报文中的内容（可以参考表 5 中的内容进行理解）。

10

15

表 6

交换机信息字段：总线交换机 5 的设备信息	接收端口字段：端口 1，端口 2，端口 5，端口 4	发送端口字段：端口 3
总线交换机 5 从自己的端口 1 所接收的通告报文的内容		
总线交换机 5 从自己的端口 2 所接收的通告报文的内容		
总线交换机 5 从自己的端口 5 所接收的通告报文的内容		
总线交换机 5 从自己的端口 4 所接收的通告报文的内容		

本申请不限定总线交换机发送的单个合并后的通告报文中所合并的通告报文的数量，也不限定总线交换机发送合并后的通告报文的时机。例如，总线交换机可以首先确定自己连接总线终端的端口和连接总线交换机的端口。之后，总线交换机可以在收集所连的全部总线终端的通告报文后，便将其合并后向自己连接其他总线交换机的端口进行分别转发，这样有利于总线交换机以较短时延获取总线网络中各总线终端的通告报文。而对于连接其他总线交换机的端口，总线交换机可以在收集并合并总线网络中全部总线设备的通告报文后向其发送合并后的通告报文，这样，有利于减少总线终端接收通告报文的次数，降低其负载。

20

25

以上各表仅作为示例，通告报文可以不包括其中的一个或多个字段。

经过上述广播通告报文的过程，总线域的所有总线设备信息可以同步到所有设备，例如，在一个安全信任小规模环境中（如超算场景），所有总线设备都可以获得其他设备的信息，包括设备类型、地址空间、设备能力等。可选的，在一些场景（例如需要安全隔离的场景），总线交换机可以根据自己所连的总线设备（称作对端设备）的类型来确定转发策略。例如，当对端设备的设备类型包括总线交换机和/或总线控制器时，该总线交换机可以向其对端设备转发自己接收到的其他总线设备的设备信息，而当对端设备的设备类型为总线终端，且其设备类型不包括总线交换机和总线控制器时，该总线交换机可以不向其转发自己所接收到的其他总线设备的设备信息。这样，有利于在保证总线控制器获取到总线网络中所有总线设备的设备信息的基础上，提高设备信息的安全性。

30

35

总线控制器是可以通过自举选举产生，或者通过指定产生（例如指定具有某种类型和/或地址的总线设备作为总线控制器）。总线控制器在收集到所有设备信息后，可以形成层次化总线拓扑信息表，并分

配每个总线设备的地址空间范围。

如前文介绍的，总线交换网络记录了通往总线控制器的转发路径后，可以按照记录的转发路径对发往总线控制器的报文进行转发。下面介绍总线交换网络按照通往总线控制器的转发路径向总线控制器转发报文的几种场景。

- 5 首先介绍总线网络新增总线设备的场景。图 6 示意性示出该场景的一种可能方法流程。如图 6 所示，该方法流程可以包括 S601~S605。

S601、SSD 向与总线交换网络连接的第三端口发送自己的通告报文，相应的，总线交换网络从第三端口接收 SSD 的通告报文，其中，通告报文包括 SSD 的设备信息；

- 10 S601 可以参考 S301 进行理解，例如，可以将 S301 中的 CPU 替换为 SSD，将第二端口替换为第三端口等。如图 6 所示，第三端口包括总线交换机 3 的端口 3 和总线交换机 4 的端口 1。图 6 示意性示出 SSD 向总线交换机 4 的端口 1 发送自己的通告报文，可选的，SSD 还可以向总线交换机 3 的端口 3 发送自己的报文。

S602、总线交换网络按照第三端口到第一端口的转发路径向总线控制器转发 SSD 的通告报文，相应的，总线控制器从第一端口接收通告报文；

- 15 前文介绍了总线交换网络确定通往总线控制器的转发路径的方法，此处不再赘述。总线交换网络可以记录有从第三端口到第一端口的一条或多条转发路径，并且可以按照其中的全部或部分转发路径分别转发 SSD 的通告报文。图 6 示意性示出从总线交换机 4 的端口 1 至总线交换机 6 的端口 3 的一条转发路径，作为举例，总线交换网络可以按照该转发路径向总线控制器转发 SSD 的通告报文。

- 20 可选的，基于总线交换机可以在转发的通告报文中添加转发路径的信息，总线控制器和/或总线交换网络可以根据 SSD 的通告报文中的转发路径的信息在总线网络的网络拓扑中新增 SSD 的信息，更新后的网络拓扑在 SSD 所在位置（即分别连接总线交换机 3 的端口 3 和总线交换机 4 的端口 1 的位置）新增一个节点，该节点为 SSD。

S603、总线控制器根据通告报文中 SSD 的设备信息为 SSD 分配地址空间 4；

- 25 假设 SSD 的厂商 ID 和设备 ID 分别为 D4 和 V4，总线控制器为 SSD 分配的地址空间为全局地址空间中的地址空间 4。本申请不限定 SSD 所需地址空间的大小。

S603 可以参考 S303 进行理解，例如，可以将 S303 中的 CPU 替换为 SSD，将地址空间 1 替换为地址空间 4，将 CPU 的标识“CPU，D1，V1”替换为 SSD 的标识“SSD，D4，V4”等。

S604、总线控制器通过总线交换网络向 SSD 发送配置报文 4，相应的，SSD 通过总线交换网络接收配置报文 4，其中，配置报文 4 包括用于描述地址空间 4 的地址信息；

- 30 S604 可以参考 S304 进行理解，例如，可以将 S304 中的 CPU 替换为 SSD，将地址空间 1 替换为地址空间 4，将 CPU 的标识“CPU，D1，V1”替换为 SSD 的标识“SSD，D4，V4”，将配置报文 1 替换为配置报文 4 等。

- 35 参考 S304 所介绍的转发方式，总线交换网络可以按照通往 SSD 的全部或部分转发路径转发配置报文 4。图 6 示意性示出从总线交换机 6 的端口 3 至总线交换机 4 的端口 1 的一条转发路径，作为举例，总线交换网络可以按照该转发路径向 SSD 转发配置报文 4。

S605、SSD 按照配置报文 4 的指示将自己的存储空间 4 映射至地址空间 4。

参考 S305 所介绍的配置方式，SSD 可以按照配置报文 4 的指示配置自己的配置空间，例如，SSD 可以将自己的存储空间 4 映射至地址空间 4，从而有利于总线网络中的其他总线设备按照地址空间 4 直接寻址到 SSD 的存储空间 4，从存储空间 4 中读取数据和/或向存储空间 4 中写入数据。

- 40 和图 3 介绍的方法流程不同的，图 6 介绍的方法流程中，总线交换网络收到新增总线设备的通告报文后，可以按照通往总线控制器的转发路径转发该通告报文，有利于节约转发资源，提高通告报文的安全性。新增总线设备可以指在总线交换网络记录了通往总线控制器的转发路径后新连接到总线交换网络的总线设备，或者，可以指总线网络完成初始化后新连接到总线交换网络的总线设备。总线网络完成初始化可以指总线控制器在启动之后经历了预设时长，或者，在预设时长内不再接收到总线设备的通告报文等。总线网络完成初始化之前，总线交换网络一般可以记录通往总线控制器的转发路径。

可选的，总线交换网络收到新增总线设备的通告报文后，可以通过广播的方式转发该通告报文。

下面介绍总线网络注销总线设备的场景。图 7 示意性示出该场景的一种可能方法流程。如图 7 所示，该方法流程可以包括 S701~S705。

S701、SSD 向第三端口发送自己的退出通告报文，相应的，总线交换网络从第三端口接收 SSD 的退出通告报文，其中，退出通告报文用于指示 SSD 将退出总线网络；

当 SSD 将从总线网络中退出时，例如，SSD 收到用户下达的退出指令时，SSD 可以向所连接的总线交换网络的第三端口发送自己的退出通告报文，相应的，总线交换网络从第三端口接收 SSD 的退出通告

5 报文，其中，退出通告报文用于指示 SSD 将退出总线网络。

图 7 示意性示出 SSD 向总线交换机 4 的端口 1 发送自己的退出通告报文，可选的，SSD 还可以向总线交换机 3 的端口 3 发送自己的退出通告报文。

S702、总线交换网络按照第三端口到第一端口的转发路径向总线控制器转发 SSD 的退出通告报文，相应的，总线控制器从第一端口接收 SSD 的退出通告报文；

10 前文介绍了总线交换网络确定通往总线控制器的转发路径的方法，此处不再赘述。总线交换网络可以记录有从第三端口到第一端口的一条或多条转发路径，并且可以按照其中的全部或部分转发路径分别转发 SSD 的退出通告报文。图 7 示意性示出从总线交换机 4 的端口 1 至总线交换机 6 的端口 3 的一条转发路径，作为举例，总线交换网络可以按照该转发路径向总线控制器转发 SSD 的退出通告报文。

S703、总线控制器根据 SSD 的退出通告报文回收为 SSD 分配的地址空间 4；

15 总线控制器收到 SSD 的退出通告报文后，可以根据 SSD 的退出通告报文注销 SSD。例如，总线控制器可以回收为 SSD 分配的地址空间 4。和/或，总线控制器可以在总线网络的网络拓扑中注销或删除 SSD 的信息，更新后的网络拓扑指示 SSD 所在节点位置为空或不存在总线设备。

S704、总线控制器通过总线交换网络向 SSD 发送注销确认报文，相应的，SSD 通过总线交换网络接收注销确认报文，其中，注销确认报文用于指示总线控制器已回收为 SSD 分配的地址空间；

20 参考 S304 所介绍的转发方式，总线交换网络可以按照通往 SSD 的全部或部分转发路径转发注销确认报文。图 7 示意性示出从总线交换机 6 的端口 3 至总线交换机 4 的端口 1 的一条转发路径，作为举例，总线交换网络可以按照该转发路径向 SSD 转发注销确认报文。

S705、SSD 根据注销确认报文完成注销。

SSD 收到注销确认报文后，可以确定总线控制器成功接收到自己的退出通告报文，之后 SSD 可以继续完成注销，从总线网络中移出。例如，SSD 可以删除本设备所配置的地址空间等注册信息，和/或，分别断开与总线交换机 3 的端口 3 和总线交换机 4 的端口 1 的连接。

可选的，SSD 收到注销确认报文后，可以通过总线交换网络向总线控制器发送注销完成通告报文，以通知总线控制器自己已经成功接收注销确认报文并完成注销。

本申请不限定总线的类型，例如，总线可以为 PCIe 总线。随着公有云的业务发展，需要具备不同种

30 资源组合的能力，因此该总线也可以为 CXL 总线或 NVLINK 总线等。

本申请不限定总线网络中总线设备的数目，也不限定总线设备的类型，例如，总线网络中的总线设备可以包括 CPU、内存、网卡、SSD、图形处理器（graphics processing unit, GPU）、神经网络处理器（Neural network Processing Unit, NPU）、总线交换机和现场可编程门阵列（Field-Programmable Gate Array, FPGA）等多种类型中的至少一种。本申请提到的总线交换机可以替换为其他类型的具有转发功能的

35 的总线设备。

前文介绍的设备通告信息可以指一个或多个通告报文或一个或多个通告报文中的全部或部分信息。可选的，总线交换网络转发总线设备主动发出的通告报文可以指总线交换网络转发该通告报文中的一部分信息（例如总线设备的设备信息）。前文介绍的路径信息可以包括前文介绍的转发路径的信息。

针对于上述方法实施例，需要说明的是：

40 （1）实施例所描述的各个流程图的步骤编号仅为执行流程的一种示例，并不构成对步骤执行的先后顺序的限制，本申请实施例中相互之间没有时序依赖关系的步骤之间没有严格的执行顺序。此外，各个流程图中所示意的步骤并非全部是必须执行的步骤，可以根据实际需要在各个流程图的基础上增添或者删除部分步骤。

45 （2）在本申请的各个实施例中，如果没有特殊说明以及逻辑冲突，不同的实施例之间的术语和/或描述具有一致性、且可以相互引用，不同的实施例中的技术特征根据其内在的逻辑关系可以组合形成新的实施例。

以上，详细说明了本申请实施例提供的方法。以下，详细说明本申请实施例提供的装置和芯片系统。应理解，装置实施例的描述与方法实施例的描述相互对应，因此，未详细描述的内容可以参见上文方法

实施例，为了简洁，这里不予赘述。

以上，总线控制器可以为总线设备，或者为部署在总线设备上的装置。上述方法主要从总线控制器、总线终端和总线交换机之间交互的角度进行了介绍。可以理解的是，任一总线设备为了实现上述功能，其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。为了实现上述实施例中功能，总线控制器、总线终端和总线交换机分别包括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，结合本申请中所公开的实施例描述的各示例的单元及方法步骤，本申请能够以硬件或硬件和计算机软件相结合的形式来实现。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场景和设计约束条件。

图 8 为本申请提供的总线控制器的结构示例图。如图 8 所示，所述总线控制器包括：收发模块，用于接收总线交换网络所广播的通告报文；处理模块，执行 S303；所述收发模块，还用于执行 S304。

可选的，收发模块还用于执行 S306~S311 中的一个或多个步骤。

可选的，处理模块还用于执行 S603，收发模块还用于执行 S604。

可选的，处理模块还用于执行 S703，收发模块还用于执行 S704。

其中，收发模块和处理模块均可以通过软件实现，或者可以通过硬件实现。示例性的，接下来以收发模块为例，介绍收发模块的实现方式。类似的，处理模块的实现方式可以参考收发模块的实现方式。

模块作为软件功能单元的一种举例，收发模块以包括运行在计算实例上的代码。其中，计算实例可以包括物理主机（计算设备）、虚拟机、容器中的至少一种。进一步地，上述计算实例可以是一台或者多台。例如，收发模块可以包括运行在多个主机/虚拟机/容器上的代码。需要说明的是，用于运行该代码的多个主机/虚拟机/容器可以分布在相同的区域中，也可以分布在不同的区域中。进一步地，用于运行该代码的多个主机/虚拟机/容器可以分布在相同的可用区中，也可以分布在不同的可用区中，每个可用区包括一个数据中心或多个地理位置相近的数据中心。其中，通常一个区域可以包括多个可用区。

模块作为硬件功能单元的一种举例，收发模块可以包括至少一个计算设备，如服务器等。或者，收发模块也可以是利用专用集成电路（application-specific integrated circuit, ASIC）实现、或可编程逻辑器件（programmable logic device, PLD）实现的设备等。其中，上述 PLD 可以是复杂程序逻辑器件（complex programmable logical device, CPLD）、现场可编程门阵列（field-programmable gate array, FPGA）、通用阵列逻辑（generic array logic, GAL）或其任意组合实现。

需要说明的是，在其他实施例中，收发模块可以用于执行本申请实施例方法中的任意步骤，处理模块可以用于执行本申请实施例方法中的任意步骤。收发模块和处理模块负责实现的步骤可根据需要指定，通过收发模块和处理模块分别实现本申请实施例方法中不同的步骤来实现总线控制器的全部功能。

请参阅图 9，图 9 为本申请实施例提供的总线设备的一个结构示意图。如图 9 所示，该总线设备 9 包括：处理器 901、存储器 902、通信接口 903 和总线 904，处理器 901、存储器 902 与通信接口 903 通过总线（图中未标注）耦合。存储器 902 存储有指令，当存储器 902 中的执行指令被执行时，总线设备 9 执行上述方法实施例中总线控制器或总线交换机或总线终端（例如 CPU 或 SSD）所执行的方法。

总线设备 9 可以是被配置成实施以上方法的一个或多个集成电路，例如：一个或多个特定集成电路（application specific integrated circuit, ASIC），或，一个或多个微处理器（digital signal processor, DSP），或，一个或者多个现场可编程门阵列（field programmable gate array, FPGA），或这些集成电路形式中至少两种的组合。再如，当装置中的单元可以通过处理元件调度程序的形式实现时，该处理元件可以是通用处理器，例如中央处理器（central processing unit, CPU）或其它可以调用程序的处理器。再如，这些单元可以集成在一起，以片上系统（system-on-a-chip, SOC）的形式实现。

处理器 901 可以是中央处理单元（central processing unit, CPU），还可以是其它通用处理器、数字信号处理器（digital signal processor, DSP）、专用集成电路（application specific integrated circuit, ASIC）、现场可编程门阵列（field programmable gate array, FPGA）或者其它可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件，硬件部件或者其任意组合。通用处理器可以是微处理器，也可以是什么常规的处理器。

存储器 902 可以是易失性存储器或非易失性存储器，或可包括易失性和非易失性存储器两者。其中，非易失性存储器可以是只读存储器（read-only memory, ROM）、可编程只读存储器（programmable ROM, PROM）、可擦除可编程只读存储器（erasable PROM, EPROM）、电可擦除可编程只读存储器（electrically EPROM, EEPROM）或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器（random access

memory, RAM), 其用作外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明, 许多形式的 RAM 可用, 例如静态随机存取存储器 (static RAM, SRAM)、动态随机存取存储器 (DRAM)、同步动态随机存取存储器 (synchronous DRAM, SDRAM)、双倍数据速率同步动态随机存取存储器 (double data rate SDRAM, DDR SDRAM)、增强型同步动态随机存取存储器 (enhanced SDRAM, ESDRAM)、同步连接动态随机存取存储器 (synchlink DRAM, SLDRAM) 和直接内存总线随机存取存储器 (direct rambus RAM, DR RAM)。

存储器 902 中存储有可执行的程序代码, 处理器 901 执行该可执行的程序代码以分别实现前述总线控制器或总线交换机或总线终端 (例如 CPU 或 SSD) 所执行的方法的功能, 从而实现上述基于总线技术的设备管理方法。也即, 存储器 902 上存有用于执行上述管理方法的指令。

通信接口 903 使用例如但不限于网络接口卡、收发器一类的收发模块, 来实现总线设备 9 与其他设备之间的通信。

总线 904 除包括数据总线之外, 还可以包括电源总线、控制总线和状态信号总线等。总线可以是快捷外围部件互连标准 (peripheral component interconnect express, PCIe) 总线, 或扩展工业标准结构 (extended industry standard architecture, EISA) 总线、统一总线 (unified bus, Ubus 或 UB)、计算机快速链接 (compute express link, CXL)、缓存一致互联协议 (cache coherent interconnect for accelerators, CCIX) 等。总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。

应理解, 各模块执行上述相应步骤的具体过程在上述方法实施例已经详细说明, 为了简洁, 在此不再赘述。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质, 其上存储有用于实现上述各方法实施例中总线控制器或总线交换机或总线终端 (例如 CPU 或 SSD) 所执行的方法的计算机指令。例如, 该计算机程序被计算机执行时, 使得该计算机可以实现上述方法各实施例中由相应设备执行的方法。

本申请实施例还提供一种计算机程序产品, 包含指令, 该指令被计算机执行时以实现上述各方法实施例中由总线控制器或总线交换机或总线终端 (例如 CPU 或 SSD) 所执行的方法。

上述提供的任一种装置中相关内容的解释及有益效果均可参考上文提供的对应的方法实施例, 此处不再赘述。

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。例如, 以上所描述的装置实施例仅是示意性的, 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。此外, 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。

在上述实施例中, 可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时, 可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时, 全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。例如, 所述计算机可以是个人计算机, 服务器, 或者网络设备等。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中, 或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输, 例如, 所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线 (例如同轴电缆、光纤、数字用户线 (DSL)) 或无线 (例如红外、无线、微波等) 方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质 (例如, 软盘、硬盘、磁带)、光介质 (例如, DVD)、或者半导体介质 (例如固态硬盘 (solid state disk, SSD) 等。例如, 前述的可用介质包括但不限于: U 盘、移动硬盘、只读存储器 (read-only memory, ROM)、随机存取存储器 (random access memory, RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

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. 一种基于总线技术的设备管理方法，其特征在于，所述方法应用于总线控制器，所述总线控制器运行在总线网络中，所述总线网络包括通过总线互连的多个总线设备，所述方法包括：
- 5 接收设备通告信息，所述设备通告信息包括所述第一总线设备的设备信息，所述第一总线设备的设备信息为所述第一总线设备在上电后主动向所述总线控制器发送的；
- 根据所述第一总线设备的设备信息为所述第一总线设备分配所述总线的地址空间；
- 向所述第一总线设备发送配置信息，所述配置信息包括用于描述所述地址空间的地址信息。
2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一总线设备的设备信息为从所述第一总线设备发出后经由所述总线网络中的一个或多个总线设备转发至所述总线控制器。
- 10 3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述设备通告信息还包括路径信息，所述路径信息用于指示所述第一总线设备的设备信息经过一个或多个总线设备转发的信息，所述方法还包括：
- 根据所述路径信息确定所述设备通告信息在所述第一总线设备和所述总线控制器之间的转发路径。
- 15 4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，当所述第一总线设备的设备信息经由所述总线网络中的多个总线设备转发至所述总线控制器时，所述接收设备通告信息，包括：
- 分别接收多个设备通告信息，所述多个设备通告信息中所述第一总线设备的设备信息经由不同的转发路径；
- 20 根据所述多个设备通告信息中每个设备通告信息中的路径信息确定多个转发路径。
5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述向所述第一总线设备发送配置信息，包括：
- 根据所述多个转发路径确定目标转发路径，通过所述目标转发路径向所述第一总线设备发送所述配置信息。
- 25 6. 根据权利要求 2-5 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
- 向连接所述总线控制器的至少一个总线设备发送所述总线控制器的设备信息，所述总线控制器的设备信息用于指示所述至少一个总线设备记录用于连接所述总线控制器的端口的信息。
- 30 7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
- 接收所述总线网络中第二总线设备的设备信息，所述第二总线设备的设备信息为所述第二总线设备在上电后主动向所述总线控制器发送的，并且，所述第二总线设备的设备信息为所述至少一个总线设备按照所述总线控制器的端口的信息转发的。
- 35 8. 根据权利要求 6 或 7 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
- 接收所述第一总线设备的状态通告信息，所述第一总线设备的状态通告信息用于指示所述第一总线设备将退出所述总线网络或仍连接在所述总线网络中，所述第一总线设备的状态通告信息为所述至少一个总线设备按照记录的连接所述总线控制器的端口的信息转发的；
- 40 根据所述第一总线设备的状态通告信息确定所述第一总线设备在所述总线网络中的连接状态。
9. 根据权利要求 2-8 中任一项所述的方法，其特征在于，所述总线网络中转发所述第一总线设备的设备信息的总线设备的设备类型包括总线交换机。
10. 根据权利要求 1-9 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一总线设备的设备信息包括所述第一总线设备的标识，所述第一总线设备的标识包括所述第一总线设备的设备类型、所述第一总线设备的厂商标识和所述第一总线设备的设备标识中的至少一种。
- 45 11. 根据权利要求 1-10 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一总线设备的设备信息包括所述

第一总线设备所需的地址空间的大小。

12. 根据权利要求 1-11 中任一项所述的方法，其特征在于，所述多个总线设备设置在至少两个计算机设备中。

13. 一种基于总线技术的设备管理方法，其特征在于，总线网络包括通过总线互连的多个总线设备，总线控制器运行在所述总线网络中，所述方法包括：

所述总线网络中的第一总线设备在上电后主动发送第一总线设备的设备信息；
所述总线控制器接收设备通告信息，所述设备通告信息包括所述第一总线设备的设备信息；
所述总线控制器根据所述第一总线设备的设备信息为所述第一总线设备分配所述总线的地址空间，并向所述第一总线设备发送配置信息，所述配置信息包括用于描述所述地址空间的地址信息；
所述第一总线设备接收所述配置信息，并按照所述配置信息的指示将自己的全部或部分存储空间映射至所述地址信息所描述的地址空间。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述第一总线设备的设备信息为从所述第一总线设备发出后经由所述总线网络中的一个或多个总线设备转发至所述总线控制器。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
所述总线网络中连接所述第一总线设备的总线设备接收所述第一总线设备的设备信息后，将所述第一总线设备的设备信息和路径信息转发出去，所述路径信息用于指示所述第一总线设备的设备信息经过一个或多个总线设备转发的信息。

16. 根据权利要求 14 或 15 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
所述总线网络中连接所述第一总线设备的总线设备接收所述第一总线设备的设备信息后，通过广播的方式将其转发出去。

17. 根据权利要求 14-16 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
所述总线控制器向连接自己的至少一个总线设备发送自己的设备信息；
所述至少一个总线设备按照所述总线控制器的设备信息的指示记录用于连接所述总线控制器的端口的信息。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
所述总线网络中的第二总线设备在上电后主动向所述总线控制器发送自己的设备信息；
所述至少一个总线设备按照所述总线控制器的端口的信息向所述总线控制器转发所述第二总线设备的设备信息；
所述总线控制器接收所述第二总线设备的设备信息。

19. 根据权利要求 17 或 18 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
所述第一总线设备向所述总线控制器发送自己的状态通告信息，所述状态通告信息用于指示所述第一总线设备将退出所述总线网络或仍连接在所述总线网络中；
所述至少一个总线设备按照所述总线控制器的端口的信息向所述总线控制器转发所述状态通告信息；
所述总线控制器接收所述状态通告信息，并根据所述状态通告信息确定所述第一总线设备在所述总线网络中的连接状态。

20. 一种总线控制器，其特征在于，所述总线控制器运行在总线网络中，所述总线网络包括通过总线互连的多个总线设备，所述总线控制器包括：
收发模块，用于接收设备通告信息，所述设备通告信息包括所述第一总线设备的设备信息，所述第一总线设备的设备信息为所述第一总线设备在上电后主动向所述总线控制器发送的；

处理模块，用于根据所述第一总线设备的设备信息为所述第一总线设备分配所述总线的地址空间；
所述收发模块，还用于向所述第一总线设备发送配置信息，所述配置信息包括用于描述所述地址空间的地址信息。

5 21. 一种总线设备，其特征在于，所述总线设备包括处理器和总线接口，所述处理器被配置为基于存储在存储器中的指令，执行如权利要求 1-12 中任一项所述的方法。

 22. 一种计算设备集群，其特征在于，所述计算设备集群包括至少一个计算设备，所述至少一个计算设备中的每个计算设备包括一个或多个总线设备，所述一个或多个总线设备与如权利要求 21 所述的总线
10 设备连接。

 23. 一种总线网络，其特征在于，所述总线网络包括通过总线互连的多个总线设备，总线控制器运行在所述总线网络中，所述总线控制器用于执行如权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法。

15 24. 一种计算机程序产品，其特征在于，包括计算机可读指令，当所述计算机可读指令在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法。

 25. 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指令，当所述指令在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法。