

一种通信系统以及通信装置

5 本申请要求于2023年03月14日提交国家知识产权局、申请号为202310284651.7、发明名称为“一种通信系统以及通信装置”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

本申请实施例涉及通信领域，尤其涉及一种通信系统以及通信装置。

10 背景技术

现场总线技术（field bus）是用于工业现场的控制设备与现场设备的数据通信交互的一种技术。针对当前现场级工业控制网络中网络带宽需求逐步增加、时延和抖动要求高的诉求，研究人员提出了基于光通信的工业光总线（industry optical bus, IOB）技术。工业光总线技术是基于光通信在工业网络中实现的一种总线技术。一般地，光总线网络结构利用无源分光网络（optical distribution network, ODN）进行组网，通过结合分光网络多级分光和多个终端接入能力，实现控制设备对多个现场设备的控制。具体地，控制设备连接或集成光头端，光头端通过分光网络与多个光终端连接，每个光终端连接现场设备或集成于现场设备，进而实现控制设备对各个现场设备的控制管理。

然而，分光器的分光作用不仅分得的光路有限，还会造成光路损耗，导致光头端能够连接的光终端的数量受限，进而导致光总线系统的应用场景受限。

20

发明内容

本申请提供了一种通信系统以及通信装置，用于提升光总线系统中可连接的光终端的数量，扩大光总线系统的应用场景。

25 第一方面，本申请提供了一种通信系统，该通信系统包括光头端、第一光终端和第一光终端管理的n个第二光终端。其中，第一光终端通过光口与光头端连接，n个第二光终端通过电口串联，第一光终端通过电口与串联的n个第二光终端连接，n为大于0的整数。具体地，光头端，用于向第一光终端发送数据帧，数据帧包括n个第二光终端中至少一个第二光终端的数据；第一光终端，用于通过光口获取数据帧，通过电口向与第一光终端连接的第二光终端发送数据帧；至少一个第二光终端中的每个第二光终端，用于通过电口接收来自第一光终端或来自上一级第二光终端的数据帧，获取数据帧中第二光终端的数据，并向与第二光终端连接的下一级第二光终端发送数据帧。

30 本申请提供的通信系统中，光终端包括至少一个用于连接另一个光终端的电口，在第一光终端与至少一个第二光终端通过电口串联的情况下，第一光终端能够通过电口向至少一个第二光终端发送第二光终端的数据，而第二光终端也能够通过电口接收来自第一光终端的数据帧而获得由光头端下发的第二光终端的数据。由于，采用电口连接的方式没有采用光口连接的方式造成的光信号衰减问题，因此，能够解决由光路损耗导致的光终端数量受限问题，有利于扩展该通信系统中可连接的光终端的数量，进而有利于将该通信系统扩展应用到海量节点的应用场景。

35 在一种可能的实施方式中，数据帧包括第一光终端的数据处理字段和n个第二光终端中每个第二光终端的数据处理字段。第一光终端，还用于基于数据帧中第一光终端对应的数据处理字段执行数据交互；n个第二光终端中的每个第二光终端，具体用于基于收到的数据帧中第二光终端对应的数据处理字段执行数据交互。

40 本实施方式中，由于，光终端是在各自对应的数据处理字段中进行数据交互，而不用于各个光终端解析其他光终端对应的数据处理字段或解析整个数据帧，因此，有利于各个光终端快速地在数据帧写入数据或读取数据。因此，有利于提高光头端与光终端交互数据的效率，进而有利于提高控制设备与现场设备交互数据的效率。因此，有利于提高光头端与光终端交互数据的效率，进而有利于提高控制设备与现场设备交互数据的效率。

45

在一种可能的实施方式中，第二光终端，还用于通过至少一个第二光终端向第一光终端透传执行数据交互后的数据帧；第一光终端，还用于通过光口向光头端发送执行数据交互后的数据帧。

示例性的，若第二光终端为末端节点，则该第二光终端将执行数据交互后的数据帧回环透传给第一光终端，以使得第一光终端将执行数据交互后的数据帧上报给光头端。因此，有利于将执行数据交互后的数据帧快速传输至第一光终端进而传输至光头端。

在一种可能的实施方式中，数据帧的帧头包括每个第二光终端的管理标识。第一光终端，具体用于基于与第一光终端连接的第二光终端的管理标识采用直通转发的方式向第二光终端发送数据帧；n个第二光终端中的每个第二光终端，具体用于基于与第二光终端连接的下一级第二光终端的管理标识采用直通转发的方式向下一级第二光终端发送数据帧。

本实施方式中，由于数据帧的帧头中包含每个第二光终端的管理标识，则第一光终端在收到帧头时便可以确定转发的下一跳，即各个光终端之间采用直通转发的方式进行数据帧转发，有利于提高数据帧转发效率，进而有利于降低网络时延。

在一种可能的实施方式中，数据帧的帧头还包括第一光终端的管理标识。

本实施方式中，提出数据帧的帧头还可以包括第一光终端的管理标识，用于在通信系统中有多个第一光终端时，区分不同的第一光终端。例如，光头端通过帧头中的第一光终端的管理标识区分该数据帧来自哪个第一光终端。有利于光头端准确区分来自不同的第一光终端的数据帧，进而有利于提高光头端的处理效率，有利于提高通信系统的通信效率。

在一种可能的实施方式中，数据帧的帧头还包括第一指示信息，第一指示信息用于指示第一光终端向与第一光终端连接的第二光终端发送数据帧。

本实施方式中，帧头可以携带一个指示信息指示第一光终端将数据帧向串联的下一级光终端转发。当通信系统中存在第一光终端和传统技术中的光终端时，有利于光头端区分来自第一光终端的数据帧（即本申请提供的数据帧）与来自传统技术中的光终端的数据帧（即传统技术中的数据帧）。

在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域包括每个第二光终端的管理标识，数据域中的每个第二光终端的管理标识用于指示每个第二光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。n个第二光终端中的每个第二光终端，具体用于基于数据域中第二光终端的管理标识确定第二光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。

本实施方式中，提出第二光终端能够利用数据域内第二光终端的管理标识定位该第二光终端的数据处理字段，有利于第二光终端执行数据交互的效率，进而有利于提高第二光终端与光头端交互数据的效率。

在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域还包括第一光终端的管理标识，数据域中的第一光终端的管理标识用于指示第一光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。第一光终端，具体用于基于数据域中第一光终端的管理标识确定第一光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。

本实施方式中，提出第一光终端能够利用数据域内第一光终端的管理标识定位该第一光终端的数据处理字段，有利于第一光终端执行数据交互的效率，进而有利于提高第一光终端与光头端交互数据的效率。

在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域还包括每个第二光终端的第二指示信息，第二指示信息用于指示第二光终端对应的数据处理字段的至少一种数据处理类型和每种数据处理类型的数据处理字段的长度。

在一种可能的实施方式中，数据处理类型包括读处理和/或写处理，不同的数据处理类型对应数据处理字段中的不同位置。第二光终端，具体用于基于第二指示信息在数据处理类型为读处理的数据处理字段中写入数据；和/或，第二光终端，具体用于基于第二指示信息在数据处理类型为写处理的数据处理字段中读取数据。

在一种可能的实施方式中，第一光终端，还用于获取n个第二光终端的信息，基于第一光终端的信息和n个第二光终端的信息在光头端注册第一光终端和n个第二光终端；光头端，还用于基于从第一光终端获取的第一光终端的信息和n个第二光终端的信息确定第一光终端的管理标识和n个第二光终端中每个第二光终端的管理标识。

本实施方式中, 提出第一光终端作为代理, 收集各个第二光终端的信息在光头端去注册, 相比与现有技术中与光头端连接的各个光终端分别注册的方案, 有利于提高通信系统中各个第二光终端的注册效率, 减少注册时耗费的信令开销, 节省带宽资源。

5 在一种可能的实施方式中, 光头端, 还用于向第一光终端发送第一光终端的管理标识和 n 个第二光终端中每个第二光终端的管理标识; 第一光终端, 还用于向 n 个第二光终端广播 n 个第二光终端的管理标识。

本实施方式中, 光头端通过第一光终端向多个第二光终端分发第二光终端的管理标识, 相比于传统技术中, 光头端分别向各个光终端分发管理标识的方案, 有利于节省信令开销。

10 在一种可能的实施方式中, 每个第二光终端的信息包括每个第二光终端的带宽信息和每个第二光终端的物理地址。其中, 第二光终端的物理地址用于唯一标识一个第二光终端。例如, 第二光终端的物理地址可以是第二光终端的媒体接入控制 (media access control, MAC) 地址, 也可以是第二光终端的序列号 (serial number, SN) 信息, 还可以是其他的能够唯一标识第二光终端的信息, 此处不做限定。第二光终端的带宽信息用于指示该第二光终端与该第二光终端对应的现场设备交互数据的带宽上限。

15 可选的, 每个第二光终端的信息还包括第二光终端的电口信息, 该第二光终端的电口信息用于指示该第二光终端用于连接另一个第二光终端的电口的启用状态。例如, 该电口的电口编号、电口电平值等。其中, 电口电平值能够指示该电口是否已连接了另一个光终端, 即该电口是否处于置空状态。

在一种可能的实施方式中, 光头端, 还用于生成管理表, 管理表包括第一光终端的信息、每个第二光终端的信息、第一光终端的管理标识、每个第二光终端的管理标识以及第三指示信息, 第三指示信息用于指示第二光终端受第一光终端管理。

20 本实施方式中, 光头端能够生成管理表, 该管理表包括指示第二光终端受第一光终端管理的第三指示信息, 有利于光头端维护管理通过电口与第一光终端连接的各个第二光终端, 进而有利于光头端提高生成数据帧的效率。

25 在一种可能的实施方式中, 通信系统还包括控制设备和现场设备, 控制设备与光头端连接, 第一光终端与至少一个现场设备连接, 每个第二光终端与至少一个现场设备连接; 光头端, 还用于从控制设备获取至少一个第二光终端的数据, 基于至少一个第二光终端的数据和管理表生成数据帧; 第一光终端, 还用于与第一光终端连接的至少一个现场设备交互数据; 第二光终端, 还用于与第二光终端连接的至少一个现场设备交互数据。

在一种可能的实施方式中, 光头端通过分光网络与第一光终端的光口连接, 通信系统还包括第三光终端, 光头端通过分光网络与第三光终端的光口连接, 第三光终端与至少一个现场设备连接。

30 第二方面, 本申请提供了一种光头端, 该光头端应用于通信系统中, 该通信系统包括光头端、第一光终端和第一光终端管理的 n 个第二光终端, 第一光终端通过光口与光头端连接, n 个第二光终端通过电口串联, 第一光终端通过电口与串联的 n 个第二光终端连接, n 为大于0的整数。具体地, 该光头端包括收发模块和处理模块。其中, 收发模块, 用于获取 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据; 处理模块, 用于基于 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据生成数据帧, 数据帧包括 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据; 此外, 收发模块, 还用于向第一光终端发送数据帧。

35 本申请中, 光头端能够通过第一光终端向该第一光终端管理的至少一个第二光终端下发该第二光终端的数据, 有利于提高通信效率。

40 在一种可能的实施方式中, 数据帧包括第一光终端的数据处理字段和 n 个第二光终端中每个第二光终端的数据处理字段; 收发模块, 还用于从第一光终端接收执行数据交互后的数据帧, 执行数据交互后的数据帧中的至少一个数据处理字段与数据处理字段对应的光终端执行了数据交互, 数据处理字段对应的光终端包括第一光终端和/或第二光终端。

在一种可能的实施方式中, 数据帧的帧头包括每个第二光终端的管理标识。

在一种可能的实施方式中, 数据帧的帧头还包括第一光终端的管理标识。

45 在一种可能的实施方式中, 数据帧的帧头还包括第一指示信息, 第一指示信息用于指示第一光终端向与第一光终端连接的第二光终端发送数据帧。

在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域包括每个第二光终端的管理标识，数据域中的每个第二光终端的管理标识用于指示每个第二光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。

在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域还包括第一光终端的管理标识，数据域中的第一光终端的管理标识用于指示第一光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。

5 在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域还包括每个第二光终端的第二指示信息，第二指示信息用于指示第二光终端对应的数据处理字段的至少一种数据处理类型和每种数据处理类型的数据处理字段的长度。

在一种可能的实施方式中，数据处理类型包括读处理和/或写处理，不同的数据处理类型对应数据处理字段中的不同位置。

10 在一种可能的实施方式中，收发模块，还用于从第一光终端获取第一光终端的信息和 n 个第二光终端的信息；处理模块，还用于基于第一光终端的信息和 n 个第二光终端的信息确定第一光终端的管理标识和 n 个第二光终端中每个第二光终端的管理标识；收发模块，还用于向第一光终端发送第一光终端的管理标识和 n 个第二光终端中每个第二光终端的管理标识。

15 在一种可能的实施方式中，每个第二光终端的信息包括第二光终端的带宽信息、第二光终端的物理地址和第二光终端的电口信息。

在一种可能的实施方式中，处理模块，还用于生成管理表，管理表包括第一光终端的信息、每个第二光终端的信息、第一光终端的管理标识、每个第二光终端的管理标识以及第三指示信息，该第三指示信息用于指示第二光终端受第一光终端管理。

20 在一种可能的实施方式中，通信系统还包括控制设备和现场设备，控制设备与光终端连接，第一光终端与至少一个现场设备连接，每个第二光终端与至少一个现场设备连接；收发模块，具体用于从控制设备获取至少一个第二光终端的数据；处理模块，具体用于基于至少一个第二光终端的数据和管理表生成数据帧。

需要说明的是，本方面的具体实施方式和有益效果与前文第一方面中的部分实施方式类似，具体可参见第一方面的具体实施方式和其有益效果，在此不再赘述。

25 第三方面，本申请提供了一种第一光终端，该第一光终端应用于通信系统中，该通信系统包括光终端、第一光终端和第一光终端管理的 n 个第二光终端，第一光终端通过光口与光终端连接， n 个第二光终端通过电口串联，第一光终端通过电口与串联的 n 个第二光终端连接， n 为大于0的整数。收发模块，用于通过光口获取来自光终端的数据帧，数据帧包括 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据；收发模块，还用于通过电口向与第一光终端连接的第二光终端发送数据帧。

30 本申请中，第一光终端除了包括光口之外，还包括至少一个用于连接另一个光终端的电口。在第一光终端与至少一个第二光终端通过电口串联的情况下，第一光终端能够通过光口获取数据帧，并且，通过电口向至少一个第二光终端发送第二光终端的数据。由于，采用电口连接的方式没有采用光口连接的方式造成的光信号衰减问题，因此，能够解决由光路损耗导致的光终端数量受限问题，有利于扩展该通信系统中可连接的光终端的数量，进而有利于将该通信系统扩展应用到海量节点的应用场景。

35 在一种可能的实施方式中，数据帧包括第一光终端的数据处理字段和 n 个第二光终端中每个第二光终端的数据处理字段；第一光终端还包括处理模块；该处理模块，用于基于数据帧中第一光终端对应的数据处理字段执行数据交互；收发模块，具体用于通过电口向与第一光终端连接的第二光终端发送执行数据交互后的数据帧。

40 在一种可能的实施方式中，收发模块，还用于：通过电口接收来自第二光终端的执行数据交互后的数据帧；通过光口向光终端发送执行数据交互后的数据帧。

在一种可能的实施方式中，数据帧的帧头包括每个第二光终端的管理标识；收发模块，具体用于基于与第一光终端连接的第二光终端的管理标识采用直通转发的方式向第二光终端转发数据帧。

在一种可能的实施方式中，数据帧的帧头还包括第一光终端的管理标识。

45 在一种可能的实施方式中，数据帧的帧头还包括第一指示信息，第一指示信息用于指示第一光终端向与第一光终端连接的第二光终端发送数据帧。

在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域包括每个第二光终端的管理标识，数据域中的每个第二光终端的管理标识用于指示每个第二光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。

在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域还包括第一光终端的管理标识，数据域中的第一光终端的管理标识用于指示第一光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置；处理模块，具体用于基于数据域中第一光终端的管理标识确定第一光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。

在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域还包括每个第二光终端的第二指示信息，第二指示信息用于指示第二光终端对应的数据处理字段的至少一种数据处理类型和每种数据处理类型的数据处理字段的长度。

在一种可能的实施方式中，数据处理类型包括读处理和/或写处理，不同的数据处理类型对应数据处理字段中的不同位置。

在一种可能的实施方式中，收发模块，还用于获取 n 个第二光终端的信息；处理模块，还用于基于第一光终端的信息和 n 个第二光终端的信息在光头端注册第一光终端和 n 个第二光终端；收发模块，还用于从光头端接收第一光终端的管理标识和 n 个第二光终端中每个第二光终端的管理标识；以及，向 n 个第二光终端广播 n 个第二光终端的管理标识。

在一种可能的实施方式中，每个第二光终端的信息包括第二光终端的带宽信息、第二光终端的物理地址和第二光终端的电口信息。

需要说明的是，本方面的具体实施方式和有益效果与前文第一方面中的部分实施方式类似，具体可参见第一方面的具体实施方式和其有益效果，在此不再赘述。

第四方面，本申请提供了一种第二光终端，该第二光终端应用于通信系统中，该通信系统包括光头端、第一光终端和第一光终端管理的 n 个第二光终端，第一光终端通过光口与光头端连接， n 个第二光终端通过电口串联，第一光终端通过电口与串联的 n 个第二光终端连接， n 为大于0的整数。收发模块，用于通过电口接收来自第一光终端或来自上一级第二光终端的数据帧；处理模块，用于获取数据帧中第二光终端的数据；收发模块，还用于向与第二光终端连接的下一级第二光终端发送数据帧。

本申请中，第二光终端包括至少一个用于连接另一个光终端的电口，在第一光终端与至少一个第二光终端通过电口串联的情况下，第二光终端也能够通过电口接收来自第一光终端的数据帧而获得由光头端下发的第二光终端的数据。由于，采用电口连接的方式没有采用光口连接的方式造成的光信号衰减问题，因此，能够解决由光路损耗导致的光终端数量受限问题，有利于扩展该通信系统中可连接的光终端的数量，进而有利于将该通信系统扩展应用到海量节点的应用场景。

在一种可能的实施方式中，数据帧包括第一光终端的数据处理字段和 n 个第二光终端中每个第二光终端的数据处理字段；处理模块，具体用于基于收到的数据帧中第二光终端对应的数据处理字段执行数据交互；收发模块，具体用于向与第二光终端连接的下一级第二光终端发送执行数据交互后的数据帧。

在一种可能的实施方式中，收发模块，还用于通过至少一个第二光终端向第一光终端透传执行数据交互后的数据帧。

在一种可能的实施方式中，数据帧的帧头包括每个第二光终端的管理标识；收发模块，具体用于与第二光终端连接的下一级第二光终端的管理标识采用直通转发的方式向下一级第二光终端转发数据帧。

在一种可能的实施方式中，数据帧的帧头还包括第一光终端的管理标识。

在一种可能的实施方式中，数据帧的帧头还包括第一指示信息，第一指示信息用于指示第一光终端向与第一光终端连接的第二光终端发送数据帧。

在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域包括每个第二光终端的管理标识，数据域中的每个第二光终端的管理标识用于指示每个第二光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置；处理模块，具体用于基于数据域中第二光终端的管理标识确定第二光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。

在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域还包括第一光终端的管理标识，数据域中的第一光终端的管理标识用于指示第一光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。

在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域还包括每个第二光终端的第二指示信息，第二指示信息用于指示第二光终端对应的数据处理字段的至少一种数据处理类型和每种数据处理类型的数据处理字段的长度。

在一种可能的实施方式中，数据处理类型包括读处理和/或写处理，不同的数据处理类型对应数据处理字段中的不同位置；处理模块，具体用于基于第二指示信息在数据处理类型为读处理的数据处理字段中写入数据；和/或，处理模块，具体用于基于第二指示信息在数据处理类型为写处理的数据处理字段中读取数据。

在一种可能的实施方式中，收发模块，还用于获取第二光终端的管理标识，第二光终端的管理标识由光头端基于n个第二光终端的信息确定。

在一种可能的实施方式中，每个第二光终端的信息包括第二光终端的带宽信息、第二光终端的物理地址和第二光终端的电口信息。

需要说明的是，本方面的具体实施方式和有益效果与前文第一方面中的部分实施方式类似，具体可参见第一方面的具体实施方式和其有益效果，在此不再赘述。

第五方面，本申请提供了一种光模块，该光模块包括处理器和收发器；该收发器用于接收光信号以及发送光信号；该处理器用于实现上述第二方面中任意一种光头端的部分或全部功能。

第六方面，本申请提供了一种光模块，该光模块包括处理器和收发器；该收发器用于接收光信号以及发送光信号；该处理器用于实现上述第三方面中任意一种第一光终端的部分或全部功能；或者，实现上述第四方面中任意一种第二光终端的部分或全部功能。

第七方面，本申请提供了一种芯片，包括至少一个逻辑电路和输入输出接口；该输入输出接口用于输入输出电信号；该逻辑电路用于实现上述第二方面中光头端的部分或全部功能。

第八方面，本申请提供了一种芯片，包括至少一个逻辑电路和输入输出接口；该输入输出接口用于输入输出电信号；该逻辑电路用于实现上述第三方面中第一光终端的部分或全部功能，或者，实现上述第四方面中第二光终端的部分或全部功能。

第九方面，本申请提供了一种控制设备，该控制设备集成了光头端。该控制设备能够实现上述第二方面中任意一种光头端的部分或全部功能。

第十方面，本申请提供了一种现场设备，该现场设备集成了光终端。该现场设备能够实现上述第三方面中任意一种第一光终端的部分或全部功能；或者，实现上述第四方面中任意一种第二光终端的部分或全部功能。

附图说明

图1A为传统技术中通信系统的一个网络架构图；

图1B为传统技术中通信系统的网络架构的一个示例图；

图1C为传统技术中通信系统的网络架构的另一个示例图；

图2A为本申请提供的通信系统的一个网络架构图；

图2B为本申请提供的通信系统的另一个网络架构图；

图3A为本申请提供的通信系统的网络架构的一个示例图；

图3B为本申请提供的通信系统的网络架构的另一个示例图；

图4A为本申请提供的各个光终端进行数据交互的一个示例图；

图4B为本申请提供的帧的一个示例图；

图4C为本申请提供的帧的另一个示例图；

图5为本申请提供的通信装置的一个实施例示意图；

图6为本申请提供的通信装置的另一个实施例示意图；

图7为本申请提供的通信装置的另一个实施例示意图；

图8为本申请提供的通信装置的另一个实施例示意图；

图9为本申请提供的芯片的一个结构示意图。

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清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。

本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等（如果存在）是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的术语在适当情况下可以互换，以便这里描述的实施例能够以除了在这里图示或描述的内容以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

应理解，本文中术语“和/或”，仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A和/或B，可以表示：单独存在A，同时存在A和B，单独存在B这三种情况。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

为便于理解，下面先对传统技术中采用全光组网的光总线系统进行介绍。

如图1A所示，传统的光总线系统包括光头端、光终端以及连接光头端和光终端的分光网络（也称为光分配网络或光分发网络）。其中，光头端与控制设备连接或集成于控制设备中，光终端与现场设备连接或集成于现场设备中，光头端通过分光网络与多个光终端连接。其中，控制设备可以是控制器，例如，可编程逻辑控制器（programmable logic controller, PLC）或PLC之外的其他具备计算处理能力或控制能力的硬件设备；现场设备可以是基于控制设备下发的指令而接受控制的设备。例如，传统的工业生产工厂中的传感器、调节器、变速器、继电器、机床以及刀具等设备或装置。控制设备与现场设备之间通过光总线系统进行通信。现场设备的各种信息（例如，运行参数、状态信息以及故障信息等）通过光总线系统传送到远离现场的控制中心，而控制中心又可以通过光总线系统将各种控制、维护等命令送往相关的现场设备。

一般地，前述分光网络可以由一个或多个分光器实现。示例性的，光头端与多个光终端可以采用一个分光器进行连接，即光头端采用一级分光与多个光终端连接。例如，如图1B所示，光总线系统可以采用树型组网，连接控制设备的光头端通过主干光纤与一个分光器连接，该分光器通过多个分支光纤与多个光终端连接。示例性的，光头端与多个光终端也可以采用多个分光器进行连接，即光头端采用多级分光与多个光终端连接。例如，如图1C所示，光总线系统可以采用菊花型组网，连接控制设备的光头端通过主干光纤与分光器1的输入口连接，该分光器1的输出口连接光终端1，该分光器1的级联口连接下一级分光器（即分光器2）；该分光器2的输出口连接光终端2，该分光器2的级联口连接下一级分光器（即分光器3），分光器3的输出口连接光终端3，该分光器3的级联口再连接下一级分光器以此类推，此处不予赘述。

由此可见，传统技术中的基于全光组网的光总线系统主要是通过一级或多级分光实现一个光头端与多个光终端的连接。然而，光纤损耗、分光损耗、分光附加损耗、活动接头损耗等一系列损耗导致光链路总损耗随着连接的光终端的数据增加而增大，因此，光总线系统中可连接的光终端的数量的能力有限。然而，随着工业自动化发展，控制设备需要对更多的现场设备进行越来越精密、实时和复杂的控制，导致目前的基于全光组网的光总线应用场景受限，无法满足当前工业自动化发展的需求。

对此，本申请提供了一种通信系统以及通信装置，用于提升光总线系统中可连接的光终端的数量，有利于控制设备对更多的现场设备进行控制，进而扩大光总线系统的应用场景。

下面结合图2A对本申请提供的通信系统进行介绍。

如图2A所示，本申请提供的通信系统包括光头端01和至少两个光终端，该至少两个光终端中的每个光终端包括至少一个用于连接另一个光终端的电口。可选的，该至少两个光终端中的至少一个光终端还包括光口。需要说明的是，前述光口指光纤接口，是用于连接光纤线缆的物理接口，用于传输光信号。该光口可以是传统技术中的光口，例如，前述光口可以是方型（square connector, SC）接口、插入式卡套（stab & twist, ST）接口或圆套（ferrule connector, FC）接口等任意一种类型的光口；该光口也可以是新定义的光口，本申请不限制。此外，前述电口是相对于光口的概念，是用于连接铜缆等导电介质的接口，用于传输电信号。示例性的，前述电口可以是双绞线接口，例如，RJ45接口等，本申请不限制。

为便于介绍,本申请将通过光口与光头端01连接的光终端称为第一光终端02,将通过至少一个光终端的电口与光头端间接连接的光终端称为第二光终端03。其中,第一光终端02管理至少一个第二光终端03。后文以第一光终端02管理了 n 个第二光终端03为例进行介绍,其中, n 为大于0的整数。

第一光终端02包括至少一个光口和至少一个用于连接另一个光终端的电口。该第一光终端02的光口用于通过光纤或分光网络与光头端01连接,该第一光终端02与光头端01通过光口传输光信号而实现通信。此外,该第一光终端02的电口用于连接该第一光终端02管理的第二光终端03,该第一光终端02与该第一光终端02管理的第二光终端03通过电口传输电信号而实现通信。例如,图2A中的第一光终端02通过电口与第二光终端#1连接,该第一光终端02能够通过电口与第二光终端#1交互电信号而实现第一光终端02与第二光终端#1之间的通信。

第二光终端03包括至少两个用于连接另一个光终端的电口,其中一个电口用于与上一级光终端连接,而另一个电口用于与下一级光终端连接。例如,以图2A所示的第二光终端#1为例,第二光终端#1的其中一个电口用于连接第一光终端(即第二光终端#1的上一级光终端),该第二光终端#1的另一个电口用于连接第二光终端#2(即第二光终端#1的下一级光终端)。又例如,以图2A所示的第二光终端#2为例,第二光终端#2的其中一个电口用于连接第二光终端#1(即第二光终端#2的上一级光终端),该第二光终端#2的另一个电口用于连接第二光终端#3(即第二光终端#2的下一级光终端)。以此类推,第一光终端02管理的 n 个第二光终端03通过电口串联,第一光终端02通过电口与 n 个第二光终端03串联。

应注意,即使第二光终端03拥有至少两个用于连接另一个光终端的电口,该第二光终端03也可以仅使用其中一个电口连接另一个光终端,而置空另一个电口,即另一个电口不连接光终端也不连接其他设备。例如,如图2A所示,前述 n 个第二光终端中位于末端的第二光终端# n 的其中一个电口与第二光终端#(n-1)连接,而该第二光终端# n 的另一个电口置空。又例如,当 $n=1$ 时,第一光终端02仅通过电口串联了一个第二光终端(即第二光终端#1),第二光终端#1的其中一个电口与第一光终端02的电口连接,而该第二光终端#1的另一个电口置空。

可选的,该通信系统还包括控制设备和现场设备。前述光头端01与控制设备连接,第一光终端02和第二光终端03分别与现场设备连接。该第一光终端02可以与至少一个现场设备连接,第二光终端03也可以与至少一个现场设备连接,此处不做限定。需要说明的是,控制设备和光头端01可以分离部署,也可以合部署,即光头端01集成于控制设备中。当控制设备和光头端01分离部署时,控制设备和光头端01之间的接口可以为以太接口(例如,FE、GE、10GE等以太接口)、PCI-E接口或者其它接口中的任意一种;当光头端01和控制设备合部署时,光头端01和控制设备之间的接口为同一个设备内部的软件收发接口。此外,光终端(第一光终端02或第二光终端03)和现场设备可以是分离部署,也可以是合部署,即光终端(第一光终端02或第二光终端03)集成于现场设备中。如图2A所示,以第一光终端02和现场设备#0为例,当第一光终端02和现场设备#0分离部署时,第一光终端02和现场设备#0间的接口可以为以太接口(例如,FE、GE、10GE)、串行外设接口(serial peripheral interface, SPI)接口、通用输入/输出口(general-purpose input/output, GPIO)、RS422、并口、集成电路总线(inter-integrated circuit, I2C)接口或者其它接口中的任意一种;当第一光终端02和现场设备#0合部署时,第一光终端02和现场设备#0之间的接口为同一个设备内部的软件收发接口。关于控制设备和现场设备的其余介绍请参阅前文图1A的相关描述,此处不予赘述。

具体地,当控制设备存在待发送给某一个或多个第二光终端03的数据时,该光头端01可以从控制设备获取到至少一个第二光终端03的数据,并生成数据帧。光头端01向第一光终端02发送数据帧,该数据帧包括 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据。例如,光头端01通过光纤或分光网络向第一光终端02发送光信号,该光信号携带前述数据帧。该第一光终端02通过光口获取前述数据帧,即该第一光终端02通过前述光口接收携带前述数据帧的光信号,并将该光信号转换为电信号以获得以电信号形式存在的数据帧。然后,第一光终端02通过电口向与第一光终端02连接的第二光终端03发送数据帧。至少一个第二光终端03中的每个第二光终端03通过电口接收来自第一光终端02或来自上一级第二光终端03的数据帧,获取数据帧中第二光终端03的数据,并向与第二光终端03连接的下一级第二光终端03发送数据帧。此外,每个第二光终端03还可以将获取的数据传输给与该第二光终端03连接的现场设备。

应理解，由于前述n个第二光终端03是通过电口串联的，因此，第一光终端02下发的数据帧会逐级传输至n个第二光终端03中的每个第二光终端03，即n个第二光终端03中的每个第二光终端03均可以收到数据帧。若收到数据帧的第二光终端03确定该数据帧中存在该第二光终端03的数据，则该第二光终端03从该数据帧中获取数据，并向下一级第二光终端03发送数据帧；若收到数据帧的第二光终端03确定该数据帧中不存在该第二光终端03的数据，则该第二光终端03向下一级第二光终端03发送数据帧，直至传输至最后一级第二光终端03（例如，图2A所示的第n个第二光终端#n）。可选的，该数据帧还可以包括第一光终端02的数据。在这种情况下，第一光终端02在通过电口向与第一光终端02连接的第二光终端03发送数据帧之前，还将从该数据帧中获取该第一光终端02的数据。

为便于理解，以图2A为例进行介绍。如图2A所示，若控制设备存在待发送给第一光终端02和第二光终端#2的数据，则光头端01基于从控制设备获取的第一光终端02的数据和第二光终端#2的数据生成数据帧#1，该数据帧#1包括第一光终端02的数据和第二光终端#2的数据。光头端01通过光纤或分光网络向第一光终端02发送携带前述数据帧#1的光信号。该第一光终端02通过光口获取前述数据帧#1，即该第一光终端02通过前述光口接收携带前述数据帧#1的光信号，并将该光信号转换为电信号以获得以电信号形式存在的数据帧#1。然后，第一光终端02从该数据帧#1中获取第一光终端02的数据。然后，第一光终端02通过与第二光终端#1之间的电口向第二光终端#1发送数据帧#1。第二光终端#1通过电口接收来自第一光终端02数据帧#1。当第二光终端#1确定数据帧#1不包含该第二光终端#1的数据之后，该第二光终端#1向与第二光终端#1连接的下一级第二光终端（即第二光终端#2）发送数据帧#1。第二光终端#2通过电口接收来自第二光终端#1的数据帧#1，并从数据帧#1中获取第二光终端#2的数据，然后该第二光终端#2向与第二光终端#2连接的下一级第二光终端（即第二光终端#3）发送数据帧#1。以此类推。光头端01能够向通过电口串联的多个光终端（包括第一光终端02和各个第二光终端03）发送各个光终端的数据。由于，每个第二光终端03能够与该第二光终端03对应的现场设备交互数据，各个第二光终端03的数据来源于控制设备，因此，有利于控制设备向多个现场设备发送数据。

需要说明的是，第二光终端03的数据包括但不限于控制设备下发的待传输至第二光终端03和/或现场设备的指令、业务数据、维护信息等，本申请以第二光终端03的数据为例进行介绍。在一些场景中，第二光终端03的数据也可以理解为是第二光终端03待传输给与第二光终端03连接的现场设备的数据。

可选的，如图2B所示，前述通信系统还可能包括第三光终端04，该第三光终端04可以是传统技术中的光终端，即该第三光终端04不能通过电口与另一个光终端连接。该第三光终端04也可以是本申请提供的具有前述电口的光终端（例如，第一光终端02或第二光终端03），但该第三光终端04仅通过光口与光头端01连接，该第三光终端04的电口置空而未连接另一个光终端。示例性的，前述通信系统可以包括多个第一光终端02和多个第三光终端04，每个第一光终端02还可以管理多个第二光终端03。在下行传输过程中，分光网络将来自光头端01的下行光信号，分为多路下行光信号，将多路下行光信号分发至通过光口与光头端01连接的多个第一光终端02和多个第三光终端04，每个第一光终端02再基于前述图2A介绍的方式向通过电口串联的多个第二光终端03传输携带第二光终端03的数据的电信号。在上行传输过程中，第一光终端02能够收集该第一光终端02管理的各个第二光终端03的数据生成上行光信号。分光网络将来自多个第一光终端02和多个第三光终端04的上行光信号，合为一路光信号发送至光头端01。

需要说明的是，前述分光网络可以包括光纤、光耦合器、分光器、分路器或其他设备，本申请不限制。分光网络中的设备可以是无源光器件，即分光网络中的设备在传输和分发光信号时不需要电源。以分光器（Splitter）为例，该分光器可以通过主干光纤连接到光头端01，并通过多个分支光纤连接到多个光终端（例如，第一光终端02和第三光终端04），从而实现一个光头端和多个光终端之间的点到多点连接，完成点到多点光分路或合路的功能。分光器可以是如图3A所示的一级分光器，也可以是如图3B所示的多级分光器；分光器也可以是等比分光或不等比分光，本申请不限制。

还需要说明的是，本申请提供的通信系统中光头端01与光终端（例如，第一光终端02或第三光终端04）之间的光通信，可以基于任意一种类型的无源光网络（passive optical network, PON）网络的点到多点光通信。光头端01和光终端（例如，第一光终端02或第三光终端04）间采用任一PON通信机制和协议进行通信。例如，光头端01为各个光终端（例如，第一光终端02或第三光终端04）分配不同的上行时隙，各个光终端（例如，第一光终端02或第三光终端04）分别在光头端01为其分配的上行时隙发送上行

数据或上行传输帧，以保证各光终端发送的上行数据不会在传输过程中发生冲突或干扰，具体的PON通信机制和协议此处不再赘述。

还需要说明的是，图2A或图2B所示系统中各个设备的名称仅是一个示例，具体实现中各个设备的名称也可能为其他名称。例如，光头端还可以被称之为光控制器或光主站或光通信设备等，光终端还可以被称之为光从站或光通信设备等，本申请对此不做具体限定。

本申请提供的通信系统中，光终端包括至少一个用于连接另一个光终端的电口，在第一光终端02与至少一个第二光终端03通过电口串联的情况下，第一光终端02能够通过电口向至少一个第二光终端03发送第二光终端03的数据，而第二光终端03也能够通过电口接收来自第一光终端02的数据帧而获得由光头端01下发的第二光终端03的数据。由于，采用电口连接的方式没有采用光口连接的方式造成的光信号衰减问题，因此，有利于扩展该通信系统中可连接的光终端的数量，进而有利于将该通信系统扩展应用到海量节点的应用场景。

应理解，在光头端01向第一光终端02发送数据帧之前，第一光终端02和n个第二光终端03已在光头端01完成注册，该光头端01能够在注册流程中获取到第一光终端02的信息和n个第二光终端03的信息，进而该光头端01基于第一光终端02的信息和n个第二光终端03的信息生成前述数据帧。下面对第一光终端02在光头端01注册过程进行简单介绍：

具体地，第一光终端02获取n个第二光终端03的信息。示例性的，每当一个第二光终端03上线，该第二光终端03通过电口向第一光终端02透传该第二光终端03的信息，第一光终端02能够通过电口收到前述n个第二光终端03的信息。

可选的，每个第二光终端03的信息包括每个第二光终端03的物理地址、每个第二光终端03的带宽信息。其中，第二光终端03的物理地址用于唯一标识一个第二光终端03。例如，第二光终端03的物理地址可以是第二光终端03的媒体接入控制（media access control，MAC）地址，也可以是第二光终端03的序列号（serial number，SN）信息，还可以是其他的能够唯一标识第二光终端03的信息，此处不做限定。第二光终端03的带宽信息用于指示该第二光终端03与该第二光终端03对应的现场设备交互数据的带宽上限。不同的第二光终端03的带宽信息指示的带宽大小可能相同，也可能不同，本申请不限制。应注意，在一些应用场景中，带宽信息也被称作电口速率，指第二光终端03与现场设备之间的接口的带宽上限。该带宽信息指示的带宽值的单位可以是MHz，也可以是GHz，还可能是其他的单位，本申请限定带宽信息的具体取值。

示例性的，以第二光终端03的物理地址为MAC地址为例，第一光终端02获取到的n个第二光终端03的信息可以如下表1-1所示：

表 1-1

第二光终端 03 的物理地址	第二光终端 03 的带宽信息
MAC#1	带宽值 1
MAC#2	带宽值 2
MAC#3	带宽值 3
...	...
MAC#n	带宽值 n

可选的，每个第二光终端03的信息还包括第二光终端03的电口信息，该第二光终端03的电口信息用于指示该第二光终端03用于连接另一个第二光终端03的电口的启用状态。例如，该电口的电口编号、电口电平值等。其中，电口电平值能够指示该电口是否已连接了另一个光终端，即该电口是否处于置空状态。

5 示例性的，以第二光终端03的物理地址为SN信息为例，第一光终端02获取到的n个第二光终端03的信息可以如下表1-2所示：

表 1-2

第二光终端 03 的物理地址	第二光终端 03 的带宽信息	第二光终端 03 的电口信息
SN#1	带宽值 1	电口编号#1
		电平值#1
SN#2	带宽值 2	电口编号#2
		电平值#2
SN#3	带宽值 3	电口编号#3
		电平值#3
...	...	...
SN#n	带宽值 n	电口编号#n
		电平值#n

待第一光终端 02 获取 n 个第二光终端 03 的信息之后，该第一光终端 02 基于第一光终端 02 的信息和 n 个第二光终端 03 的信息在光头端 01 注册第一光终端 02 和 n 个第二光终端 03。光头端 01 基于第一光终端 02 的信息和第一光终端 02 管理的 n 个第二光终端 03 的信息为成功注册的第一光终端 02 和 n 个第二光终端 03 分配管理标识，即该光头端 01 基于第一光终端 02 的信息和 n 个第二光终端 03 的信息生成第一光终端 02 的管理标识和 n 个第二光终端 03 的管理标识。示例性的，该管理标识可以是光头端 01 确定的序列号或 IO ID，本申请不限制管理标识的具体实现形式，后文以管理标识为 IO ID 为例进行介绍。

10 在一种可能的实现方式中，光头端 01 生成的各个光终端的管理标识与各个光终端的串联顺序无关。由于，该光头端 01 能够从第一光终端 02 获取 n 个第二光终端 03 的信息，因此，该光头端 01 能够确定该 n 个第二光终端 03 受第一光终端 02 管理，即 n 个第二光终端 03 串联在第一光终端 02 的电口下。此时，该光头端 01 以第一光终端 02 为起点，为各个第二光终端 03 分配管理标识即可。

20 可选的，每个第二光终端 03 的管理标识不能够指示该第二光终端 03 与其他的第二光终端 03 的连接关系。例如，以图 2A 为例，第一光终端 02 的管理标识为 IO0，MAC 地址为#1 的第二光终端的管理标识为 IO1，MAC 地址为#2 的管理标识为 IO2，以此类推。

在另一种可能的实现方式中，光头端 01 生成的各个光终端的管理标识与各个光终端的串联顺序相关。本实施方式中，光头端 01 还需要从第一光终端 02 获取拓扑信息，该拓扑信息用于指示 n 个第二光终端 03 的串联顺序。该光头端 01 按照各个第二光终端 03 的串联顺序依次为各个第二光终端 03 分配管理标识。可选的，每个第二光终端 03 的管理标识能够指示该第二光终端 03 与其他的第二光终端 03 的连接关系。例如，n 个第二光终端 03 的管理标识按照 n 个第二光终端 03 的串联关系编号。例如，以图 2A 为例，第一光终端 02 的管理标识为 IO0，与第一光终端 02 连接的第二光终端#1 的管理标识为 IO1，与第二光终端#1 连接的第二光终端#2 的管理标识为 IO2，以此类推。

30 需要说明的是，前述第一光终端 02 的管理标识和第二光终端 03 的管理标识由光头端 01 统一编码，但是，第一光终端 02 的管理标识与第二光终端 03 的管理标识可以采用不同的地址编码方式。当第一光终端 02 的管理标识与第二光终端 03 的管理标识可以采用不同的地址编码方式时，有利于第一光终端 02 或第二光终端 03 快速区分第一光终端 02 的管理标识和第二光终端 03 的管理标识，进而提高各个光终

数据。各个光终端在收到数据帧之后，能够基于该光终端对应的数据处理字段执行数据交互，然后再将执行数据交互后的数据帧发送给下一级光终端。当第一光终端 02 管理的最后一个光终端执行数据交互之后，该光终端将向第一光终端透传执行数据交互后的数据帧。

示例性的，如图 4A 所示，第一光终端 02 从光头端 01 获取的数据帧包括第一光终端 02 的数据处理字段和 n 个第二光终端 03 中每个第二光终端 03 的数据处理字段。其中，该第一光终端 02 数据处理字段用于携带第一光终端 02 的数据，第二光终端 03 的数据处理字段用于携带第二光终端 03 的数据。该第一光终端 02 通过光口获取到前述数据帧之后，该第一光终端 02 基于数据帧中第一光终端 02 对应的数据处理字段执行数据交互，并通过电口向与第一光终端 02 连接的第二光终端#1 发送执行数据交互后的数据帧。第二光终端#1 通过电口获取来自第一光终端 02 的数据帧之后，第二光终端#1 基于收到的数据帧中第二光终端#1 对应的数据处理字段执行数据交互，并向与第二光终端#1 连接的下一级第二光终端（即第二光终端#2）发送执行数据交互后的数据帧。第二光终端#2 通过电口获取来自第二光终端#1 的数据帧之后，第二光终端#2 基于收到的数据帧中第二光终端#2 对应的数据处理字段执行数据交互，并向与第二光终端#2 连接的下一级第二光终端（即第二光终端#3）发送执行数据交互后的数据帧。以此类推，该数据帧从第一光终端 02 逐级传输至第一光终端 02 管理的每一个第二光终端，最终到达第二光终端# n 。第二光终端# n 基于收到的数据帧中第二光终端# n 对应的数据处理字段执行数据交互后，将通过第一光终端 02 与第二光终端# n 之间的光终端向第一光终端 02 透传执行数据交互后的数据帧。可选的，第一光终端 02 向光头端发送执行数据交互后的数据帧。

可选的，前述执行数据交互包括读处理、写处理、读写处理、广播写处理、环回测试等数据处理过程。其中，读处理指光头端通过数据帧从光终端获取数据，即光终端在数据帧的数据处理字段写入数据；写处理指光头端通过数据帧向光终端写入数据，即光终端从数据帧的数据处理字段读取数据；广播写处理指光头端通过数据帧对每个光终端写入相同的数据，即每个光终端均从该数据帧读取相同的数据；环回测试指测试各个光终端之间通过电口交互数据的链路的通断。在实际应用中，还可以其他类型的数据交互，本申请不限制。在后续实施例中主要以读处理和写处理为例进行介绍。

由此可见，随着数据帧从第一光终端逐级传输至第一光终端管理的最后一个第二光终端（例如，图 4A 中的第二光终端# n ），各个光终端能够在该数据帧中各个光终端对应的数据处理字段执行数据处理，第一光终端管理的最后一个第二光终端（例如，图 4A 中的第二光终端# n ）可以向第一光终端透传执行数据交互后的数据帧。由于，光终端是在各自对应的数据处理字段中进行数据交互，而不用各个光终端解析其他光终端对应的数据处理字段或解析整个数据帧，因此，有利于各个光终端快速地在数据帧写入数据或读取数据。此外，最后一个第二光终端通过至少一个第二光终端向第一光终端透传执行数据交互后的数据帧，有利于将执行数据交互后的数据帧快速传输至第一光终端进而传输至光头端。因此，有利于提高光头端与光终端交互数据的效率，进而有利于提高控制设备与现场设备交互数据的效率。

35

下面结合图 4B 和图 4C 对本申请提供的的数据帧的主要结构进行介绍：

如图 4B 所示，前述数据帧包括帧头和数据域。

其中，数据帧的帧头包括第二光终端 03 的管理标识。例如，第一光终端 02 管理了 n 个第二光终端 03，则该数据帧的帧头包括 n 个第二光终端 03 中每个第二光终端 03 的管理标识，不同的第二光终端 03 的管理标识不同。

40

具体地，第一光终端 02 基于与第一光终端 02 连接的第二光终端 03 的管理标识采用直通转发（CUT-THROUGH）（也称为快速转发（fast-forward）的方式向第二光终端 03 转发数据帧； n 个第二光终端 03 中的每个第二光终端 03 基于与第二光终端 03 连接的下一级第二光终端 03 的管理标识采用直通转发的方式向下一级第二光终端 03 转发数据帧。

45

示例性的，如图 4A 所示，当第一光终端 02 从光头端 01 获取到数据帧时，该第一光终端 02 先读取帧头再读取数据域中第一光终端 02 对应的数据处理字段。在第一光终端 02 读取到帧头中

第二光终端#1的管理标识时,该第一光终端02便能够确定在执行数据交互之后将数据帧发送给第二光终端#1而不是发送给其他的光终端。类似的,当第二光终端#1从第一光终端02获取到数据帧时,该第二光终端#1先读取帧头再读取数据域中第二光终端#1对应的数据处理字段。在第二光终端#1读取到帧头中第二光终端#2的管理标识时,该第二光终端#1便能够确定在执行数据交互之后将数据帧发送给第二光终端#2而不是发送给其他的光终端。以此类推,此处不予赘述。

可选的,该数据帧的帧头还包括第一光终端02的管理标识。当通信系统包括多个第一光终端02时,该帧头中的第一光终端02的管理标识用于区分该数据帧来自哪个第一光终端02。示例性的,第一光终端02管理的n个第二光终端03中的最后一个第二光终端#n执行数据交互之后,该第二光终端#n能够基于帧头中第一光终端02的管理标识快速将执行数据交互后的数据帧传至第一光终端02。

由此可见,由于数据帧的帧头中包含每个第二光终端03的管理标识,则第一光终端02在收到帧头时便可以确定转发的下一跳,即各个光终端之间采用直通转发的方式进行数据帧转发,有利于提高数据帧转发效率,进而有利于降低网络时延。

在一种可能的实施方式中,如图4B所示,数据帧的帧头还包括第一指示信息,第一指示信息用于指示第一光终端02向与第一光终端02连接的第二光终端03发送数据帧。也可以理解为,该第一指示信息用于指示本数据帧携带第二光终端02的数据处理字段。

在一种可能的实施方式中,如图4B所示,数据帧的数据域包括每个第二光终端03的管理标识,数据域中的每个第二光终端03的管理标识用于指示每个第二光终端03对应的数据处理字段在数据域中的位置。每个第二光终端03能够基于数据域中第二光终端03的管理标识确定第二光终端03对应的数据处理字段在数据域中的位置。例如,在图4C所示的数据帧中,n个第二光终端的管理标识分别为IO1 ID, IO2 ID, ..., IO_n ID。

可选的,数据帧的数据域还包括第一光终端02的管理标识,数据域中的第一光终端02的管理标识用于指示第一光终端02对应的数据处理字段在数据域中的位置。第一光终端02能够基于数据域中第一光终端02的管理标识确定第一光终端02对应的数据处理字段在数据域中的位置。例如,在图4C所示的数据帧中,第一光终端的管理标识为IO0 ID。

可选的,数据帧的数据域还包括每个第二光终端03的第二指示信息,每个第二光终端03的第二指示信息用于指示第二光终端03对应的数据处理字段的至少一种数据处理类型和每种数据处理类型的数据处理字段的长度。

可选的,数据帧的数据域还包括第一光终端02的第二指示信息,每个第一光终端02的第二指示信息用于指示第一光终端02对应的数据处理字段的至少一种数据处理类型和每种数据处理类型的数据处理字段的长度。

不同的数据处理类型对应数据处理字段中的不同位置。可选的,数据处理类型包括读处理、写处理、读写处理、广播写处理、环回测试等数据处理过程。其中,读处理指光头端通过数据帧从光终端获取数据,即光终端在数据帧的数据处理字段写入数据;写处理指光头端通过数据帧向光终端写入数据,即光终端从数据帧的数据处理字段读取数据;广播写处理指光头端通过数据帧对每个光终端写入相同的数据,即每个光终端均从该数据帧读取相同的数据;环回测试指测试各个光终端之间通过电口交互数据的链路的通断。在实际应用中,还可以其他类型的数据交互,本申请不限。在后续实施例主要以读处理和写处理为例进行介绍。例如,在图4C所示的数据帧中,该第二指示信息可以是命令提示符(command, CMD)和长度(length, LEN)字段(后文简称CMD&LEN字段),该第二指示信息包括8字节,高4字节为CMD,低4字节中的前2个字节为写处理的长度,后2个字节为读处理的长度。

前面对本申请提供的通信系统的主要结构和功能进行了介绍,下面分别对该通信系统中的各个设备进行介绍:

如图5所示,为本实施例提供的一种通信装置50的结构示意图。该通信装置50可以实现前文介绍的光头端01的部分或全部功能。当该通信装置50作为光头端01时,该通信装置50可以直插在控制设备上,

或者，该通信装置50集成在控制设备中。该通信装置50应用于图2A或图2B所示的通信系统中，关于该通信系统的介绍请参阅前文图2A或图2B对应的描述，此处不予赘述。该通信装置50主要包括处理模块501和收发模块502。

其中，收发模块 502，用于获取 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据；处理模块 501，用于基于 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据生成数据帧，数据帧包括 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据；收发模块 502，还用于向第一光终端发送数据帧。

在一种可能的实施方式中，通信装置 50 生成的数据帧包括第一光终端的数据处理字段和 n 个第二光终端中每个第二光终端的数据处理字段。收发模块 502，还用于从第一光终端接收执行数据交互后的数据帧，执行数据交互后的数据帧中的至少一个数据处理字段与数据处理字段对应的光终端执行了数据交互，数据处理字段对应的光终端包括第一光终端和/或第二光终端。

关于数据帧的介绍请参阅前文图 4B 对应的相关描述，此处不予赘述。

在一种可能的实施方式中，收发模块 502，还用于从第一光终端获取第一光终端的信息和 n 个第二光终端的信息。处理模块 501，还用于基于第一光终端的信息和 n 个第二光终端的信息确定第一光终端的管理标识和 n 个第二光终端中每个第二光终端的管理标识。收发模块 502，还用于向第一光终端发送第一光终端的管理标识和 n 个第二光终端中每个第二光终端的管理标识。可选的，每个第二光终端的信息包括第二光终端的带宽信息、第二光终端的物理地址和第二光终端的电口信息。

在一种可能的实施方式中，处理模块 501，还用于生成管理表，管理表包括第一光终端的信息、每个第二光终端的信息、第一光终端的管理标识、每个第二光终端的管理标识以及第三指示信息，第三指示信息用于指示第二光终端受第一光终端管理。

在一种可能的实施方式中，收发模块 502，具体用于从控制设备获取至少一个第二光终端的数据；处理模块 501，具体用于基于至少一个第二光终端的数据和管理表生成数据帧。

如图6所示，为本实施例提供的一种通信装置60的结构示意图。该通信装置60可以实现前文介绍的光终端（例如，前文介绍的第一光终端02或第二光终端03）的部分或全部功能。该通信装置60设置有至少一个用于连接另一个光终端的电口。当该通信装置60作为光终端时，该通信装置60可以直插在现场设备上，或者，该通信装置60集成在现场设备中。该通信装置60应用于图2A或图2B所示的通信系统中，关于该通信系统的介绍请参阅前文图2A或图2B对应的描述，此处不予赘述。该通信装置60主要包括处理模块601和收发模块602。

当该通信装置60实现第一光终端02的部分或全部功能时，该通信装置60中的处理模块601和收发模块602主要实现如下功能：

具体地，收发模块 602，用于通过光口获取来自光终端的数据帧，数据帧包括 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据；以及，通过电口向与第一光终端连接的第二光终端发送数据帧。

在一种可能的实施方式中，数据帧包括第一光终端的数据处理字段和 n 个第二光终端中每个第二光终端的数据处理字段。处理模块 601，用于基于数据帧中第一光终端对应的数据处理字段执行数据交互；收发模块 602，具体用于通过电口向与第一光终端连接的第二光终端发送执行数据交互后的数据帧。

在一种可能的实施方式中，收发模块 602，还用于：通过电口接收来自第二光终端的执行数据交互后的数据帧；以及，通过光口向光终端发送执行数据交互后的数据帧。

在一种可能的实施方式中，数据帧的帧头包括每个第二光终端的管理标识。收发模块 602，具体用于基于与第一光终端连接的第二光终端的管理标识采用直通转发的方式向第二光终端转发数据帧。

在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域还包括第一光终端的管理标识，数据域中的第一光终端的管理标识用于指示第一光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。处理模块 601，具体用于基于数据域中第一光终端的管理标识确定第一光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。

在一种可能的实施方式中，收发模块 602，还用于获取 n 个第二光终端的信息；处理模块 601，还用于基于第一光终端的信息和 n 个第二光终端的信息在光终端注册第一光终端和 n 个第二光终

端；收发模块 602，还用于从光头端接收第一光终端的管理标识和 n 个第二光终端中每个第二光终端的管理标识；以及，向 n 个第二光终端广播 n 个第二光终端的管理标识。

当该通信装置60实现第二光终端03的部分或全部功能时，该通信装置60中的处理模块601和收发模块602主要实现如下功能：

5 具体地，收发模块 602，用于通过电口接收来自第一光终端或来自上一级第二光终端的数据帧；处理模块 601，用于获取数据帧中第二光终端的数据；收发模块 602，还用于向与第二光终端连接的下一级第二光终端发送数据帧。

10 在一种可能的实施方式中，数据帧包括第一光终端的数据处理字段和 n 个第二光终端中每个第二光终端的数据处理字段。处理模块 601，具体用于基于收到的数据帧中第二光终端对应的数据处理字段执行数据交互；收发模块 602，具体用于向与第二光终端连接的下一级第二光终端发送执行数据交互后的数据帧。

在一种可能的实施方式中，收发模块 602，还用于通过至少一个第二光终端向第一光终端透传执行数据交互后的数据帧。

15 在一种可能的实施方式中，数据帧的帧头包括每个第二光终端的管理标识。收发模块 602，具体用于基于与第二光终端连接的下一级第二光终端的管理标识采用直通转发的方式向下一级第二光终端转发数据帧。

可选的，数据帧的帧头还包括第一光终端的管理标识。

可选的，数据帧的帧头还包括第一指示信息，第一指示信息用于指示第一光终端向与第一光终端连接的第二光终端发送数据帧。

20 在一种可能的实施方式中，数据帧的数据域包括每个第二光终端的管理标识，数据域中的每个第二光终端的管理标识用于指示每个第二光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。处理模块 601，具体用于基于数据域中第二光终端的管理标识确定第二光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。

25 可选的，数据帧的数据域还包括第一光终端的管理标识，数据域中的第一光终端的管理标识用于指示第一光终端对应的数据处理字段在数据域中的位置。

可选的，数据帧的数据域还包括每个第二光终端的第二指示信息，第二指示信息用于指示第二光终端对应的数据处理字段的至少一种数据处理类型和每种数据处理类型的数据处理字段的长度。

30 在一种可能的实施方式中，数据处理类型包括读处理和/或写处理，不同的数据处理类型对应数据处理字段中的不同位置。处理模块 601，具体用于基于第二指示信息在数据处理类型为读处理的数据处理字段中写入数据；和/或，处理模块 601，具体用于基于第二指示信息在数据处理类型为写处理的数据处理字段中读取数据。

35 在一种可能的实施方式中，收发模块 601，还用于获取第二光终端的管理标识，第二光终端的管理标识由光头端基于 n 个第二光终端的信息确定。可选的，每个第二光终端的信息包括第二光终端的带宽信息、第二光终端的物理地址和第二光终端的电口信息。

如图7所示，为本实施例提供的一种通信装置70的结构示意图。该通信装置70可以是前文介绍的光头端01。应当理解的是，该通信装置70可以直插在控制设备上，或者，该通信装置70集成在控制设备中。

如图7所示，该通信装置70可以包括处理器701和通信接口702，该处理器701与通信接口702耦合连接。

40 其中，前述处理器 701 可以是中央处理器（central processing unit, CPU）、专用集成电路（application-specific integrated circuit, ASIC）、可编程逻辑器件（programmable logic device, PLD）或其组合。上述 PLD 可以是复杂可编程逻辑器件（complex programmable logic device, CPLD），现场可编程逻辑门阵列（field-programmable gate array, FPGA），通用阵列逻辑（generic array logic, GAL）或其任意组合。处理器 701 可以是指一个处理器，也可以包括多个处理器，具体此处不做限定。在一种可能的设计中，处理器 701 用于实现图 5 所示的通信装置 50 中处理模块 501 的功能。具体请参阅前文图 5 相关的描述，此处不予赘述。

45

此外，前述通信接口 702 用于与其他设备或装置通信。该通信接口 702 包括光口 7021。该光口 7021 用于通过光纤或分光网络与一个或多个光终端（例如，前文介绍的第一光终端 02 或第三光终端 04）连接。该光口 7021 用于发射光信号和接收光信号。示例性的，该光口 7021 可以是传统技术中的光口，例如，前述光口 7021 可以是方型（square connector, SC）接口、插入式卡套（stab & twist, ST）接口或圆套（ferrule connector, FC）接口等任意一种类型的光口；光口 7021 也可以是新定义的光口，本申请不限制。

此外，该通信接口 702 还包括传统技术中用于连接控制设备的电口。当控制设备和通信装置 70 分离部署时，控制设备和通信装置 70 之间的接口可以为以太网接口（例如，FE、GE、10GE 等以太网接口）、PCIE 接口或者其它接口中的任意一种；当通信装置 70 和控制设备合一部署时，通信装置 70 和控制设备之间的接口为同一个设备内部的软件收发接口。

可选的，该通信装置 70 还包括存储器 703。其中，该处理器 701 与该存储器 703 耦合连接。该存储器 703 主要用于存储软件程序和数据。存储器 703 可以是独立存在，与处理器 701 相连。可选地，该存储器 703 可以和该处理器 701 集成于一体，例如集成于一个或多个芯片之内。其中，该存储器 703 能够存储执行本申请实施例的技术方案的程序代码，并由处理器 701 来控制执行，被执行的各类计算机程序代码也可被视为是处理器 701 的驱动程序。存储器 703 可以包括易失性存储器（volatile memory），例如随机存取存储器（random-access memory, RAM）；存储器也可以包括非易失性存储器（non-volatile memory），例如只读存储器（read-only memory, ROM），快闪存储器（flash memory），硬盘（hard disk drive, HDD）或固态硬盘（solid-state drive, SSD）；存储器 703 还可以包括上述种类的存储器的组合。存储器 703 可以是指一个存储器，也可以包括多个存储器。示例性的，存储器 703，用于存储各种数据。例如，前文介绍的第一光终端 02 的信息、第二光终端 03 的信息以及管理表等。

在一个实现方式中，存储器 703 中存储有计算机可读指令，所述计算机可读指令包括多个软件模块。处理器 701 调用前述计算机可读指令执行光终端 01 中处理模块的功能。例如，处理器 701 调用前述计算机可读指令执行图 5 所示的通信装置 50 中处理模块 501 的功能。具体请参阅前文图 5 相关的描述，此处不予赘述。

如图 8 所示，为本实施例提供的一种通信装置 80 的结构示意图。该通信装置 80 可以是前文介绍的第一光终端 02 或第二光终端 03。应当理解的是，该通信装置 80 可以直插在现场设备上，或者，该通信装置 80 集成在现场设备中。

如图 8 所示，该通信装置 80 可以包括处理器 801 和通信接口 802，该处理器 801 与通信接口 802 耦合连接。

其中，前述处理器 801 可以是中央处理器（central processing unit, CPU）、专用集成电路（application-specific integrated circuit, ASIC）、可编程逻辑器件（programmable logic device, PLD）或其组合。上述 PLD 可以是复杂可编程逻辑器件（complex programmable logic device, CPLD），现场可编程逻辑门阵列（field-programmable gate array, FPGA），通用阵列逻辑（generic array logic, GAL）或其任意组合。处理器 801 可以是指一个处理器，也可以包括多个处理器，具体此处不做限定。在一种可能的设计中，处理器 801 用于实现图 6 所示的通信装置 60 中处理模块 601 的功能。具体请参阅前文图 6 相关的描述，此处不予赘述。

此外，前述通信接口 802 用于与其他设备或装置通信。该通信接口 802 包括光口 8021。该光口 8021 用于通过光纤或分光网络与光终端（例如，前文介绍的光终端 01）连接。该光口 8021 用于发射光信号和接收光信号。示例性的，该光口 8021 可以是传统技术中的光口，例如，前述光口 8021 可以是方型（square connector, SC）接口、插入式卡套（stab & twist, ST）接口或圆套（ferrule connector, FC）接口等任意一种类型的光口；光口 8021 也可以是新定义的光口，本申请不限制。该通信接口 802 还包括电口 8022。该电口 8022 用于连接另一个光终端，以使得该通信装置 80 能够通过电口 8022 向另一个光终端传输电信号。示例性的，电口 8022 可以是双绞线接口，例如，RJ45 接口等，本申请不限制。

此外，该通信接口 802 还包括传统技术中用于连接现场设备的电口。当通信装置 80 和现场设备分离部署时，通信装置 80 和现场设备间的接口可以为以太网接口（例如，FE、GE、10GE）、串行外设接口

(serial peripheral interface, SPI) 接口、伺服电机监控和驱动接口 (例如, AD、通用输入/输出口 (general-purpose input/output, GPIO)、RS422、脉冲宽度调制 (pulse width modulation, PWM) 控制等)、并口、集成电路总线 (inter-integrated circuit, I²C) 接口或者其它接口中的任意一种; 当通信装置 80 和现场设备合一部署时, 第一光终端 02 和现场设备之间的接口为同一个设备内部的软件收发接口。

5 可选的, 该通信装置80还包括存储器803。其中, 该处理器801与该存储器803耦合连接。该存储器803主要用于存储软件程序和数据。存储器803可以是独立存在, 与处理器801相连。可选地, 该存储器803可以和该处理器801集成于一体, 例如集成于一个或多个芯片之内。其中, 该存储器803能够存储执行本申请实施例的技术方案的程序代码, 并由处理器801来控制执行, 被执行的各类计算机程序代码也可被视为是处理器801的驱动程序。存储器803可以包括易失性存储器 (volatile memory), 例如随机存取存储器 (random-access memory, RAM); 存储器也可以包括非易失性存储器 (non-volatile memory), 例如只读存储器 (read-only memory, ROM), 快闪存储器 (flash memory), 硬盘 (hard disk drive, HDD) 或固态硬盘 (solid-state drive, SSD); 存储器803还可以包括上述种类的存储器的组合。存储器803可以是指一个存储器, 也可以包括多个存储器。示例性的, 存储器803, 用于存储各种数据。例如, 前文介绍的第一光终端02的信息以及第二光终端03的信息等。

10 在一个实现方式中, 存储器803中存储有计算机可读指令, 所述计算机可读指令包括多个软件模块。处理器801调用前述计算机可读指令执行光头端01中处理模块的功能。例如, 处理器801调用前述计算机可读指令执行图6所示的通信装置60中处理模块601的功能。具体请参阅前文图6相关的描述, 此处不予赘述。

20 如图9所示, 为本实施例提供的一种芯片90的结构示意图。该芯片90包括至少一个逻辑电路901和输入输出接口902。其中, 该输入输出接口902用于输入待处理电信号和已处理的电信号。示例性的, 该芯片可以是系统级芯片 (system on chip, SOC), 具体此处不做限定。

25 在一种实现中, 该逻辑电路901用于执行上述图2A所示的光头端01的部分或全部功能。在另一种实现中, 该逻辑电路901用于执行上述图2A所示的第一光终端02的部分或全部功能。在另一种实现中, 该逻辑电路901用于执行上述图2A所示的第二光终端03的部分或全部功能。

 可选的, 该芯片90还包括存储介质903, 该存储介质903存储用于存储计算机可读指令, 以使得该芯片90执行图5所示的通信装置50的部分或全部功能, 或者, 以使得该芯片90执行图6所示的通信装置60的部分或全部功能。

30 以上实施例仅用以说明本申请的技术方案, 而非对其限制; 尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明, 本领域的普通技术人员应当理解: 其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改, 或者对其中部分技术特征进行等同替换; 而这些修改或者替换, 并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围。

权 利 要 求 书

1.一种通信系统，其特征在于，包括：

5 光头端、第一光终端和所述第一光终端管理的 n 个第二光终端，所述第一光终端通过光口与所述光头端连接，所述 n 个第二光终端通过电口串联，所述第一光终端通过电口与串联的所述 n 个第二光终端连接，所述 n 为大于 0 的整数；

所述光头端，用于向所述第一光终端发送数据帧，所述数据帧包括所述 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据；

所述第一光终端，用于通过所述光口获取所述数据帧，通过所述电口向与所述第一光终端连接的第二光终端发送数据帧；

10 所述至少一个第二光终端中的每个第二光终端，用于通过所述电口接收来自所述第一光终端或来自上一级第二光终端的数据帧，获取所述数据帧中所述第二光终端的数据，并向与所述第二光终端连接的下一级第二光终端发送数据帧。

2.根据权利要求 1 所述的通信系统，其特征在于，所述数据帧包括所述第一光终端的数据处理字段和所述 n 个第二光终端中每个第二光终端的数据处理字段；

15 所述第一光终端，还用于基于所述数据帧中所述第一光终端对应的数据处理字段执行数据交互；

所述 n 个第二光终端中的每个第二光终端，具体用于基于收到的数据帧中所述第二光终端对应的数据处理字段执行数据交互。

3.根据权利要求 2 所述的通信系统，其特征在于，

20 所述第二光终端，还用于通过至少一个第二光终端向所述第一光终端透传执行数据交互后的数据帧；
所述第一光终端，还用于通过所述光口向所述光头端发送所述执行数据交互后的数据帧。

4.根据权利要求 1 至 3 中任意一项所述的通信系统，其特征在于，所述数据帧的帧头包括每个所述第二光终端的管理标识；

所述第一光终端，具体用于基于与所述第一光终端连接的第二光终端的管理标识采用直通转发的方式向所述第二光终端发送数据帧；

25 所述 n 个第二光终端中的每个第二光终端，具体用于基于与所述第二光终端连接的下一级第二光终端的管理标识采用直通转发的方式向所述下一级第二光终端发送数据帧。

5.根据权利要求 4 所述的通信系统，其特征在于，所述数据帧的帧头还包括所述第一光终端的管理标识。

30 6.根据权利要求 4 或 5 所述的通信系统，其特征在于，所述数据帧的帧头还包括第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述第一光终端向与所述第一光终端连接的第二光终端发送数据帧。

7.根据权利要求 2 至 6 中任意一项所述的通信系统，其特征在于，所述数据帧的数据域包括每个所述第二光终端的管理标识，所述数据域中的每个第二光终端的管理标识用于指示每个第二光终端对应的数据处理字段在所述数据域中的位置；

35 所述 n 个第二光终端中的每个第二光终端，具体用于基于数据域中所述第二光终端的管理标识确定所述第二光终端对应的数据处理字段在所述数据域中的位置。

8.根据权利要求 7 所述的通信系统，其特征在于，所述数据帧的数据域还包括所述第一光终端的管理标识，所述数据域中的第一光终端的管理标识用于指示所述第一光终端对应的数据处理字段在所述数据域中的位置；

40 所述第一光终端，具体用于基于数据域中所述第一光终端的管理标识确定所述第一光终端对应的数据处理字段在所述数据域中的位置。

9.根据权利要求 7 或 8 所述的通信系统，其特征在于，所述数据帧的数据域还包括每个所述第二光终端的第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述第二光终端对应的数据处理字段的至少一种数据处理类型和每种数据处理类型的数据处理字段的长度。

45 10.根据权利要求 9 所述的通信系统，其特征在于，所述数据处理类型包括读处理和/或写处理，不同的数据处理类型对应所述数据处理字段中的不同位置；

所述第二光终端，具体用于基于所述第二指示信息在数据处理类型为读处理的数据处理字段中写入数据；和/或，

所述第二光终端，具体用于基于所述第二指示信息在数据处理类型为写处理的数据处理字段中读取数据。

5 11.根据权利要求 1 至 10 中任意一项所述的通信系统，其特征在于，

所述第一光终端，还用于获取所述 n 个第二光终端的信息，基于所述第一光终端的信息和所述 n 个第二光终端的信息在所述光头端注册所述第一光终端和所述 n 个第二光终端；

所述光头端，还用于基于从所述第一光终端获取的所述第一光终端的信息和所述 n 个第二光终端的信息确定所述第一光终端的管理标识和所述 n 个第二光终端中每个所述第二光终端的管理标识。

10 12.根据权利要求 11 所述的通信系统，其特征在于，

所述光头端，还用于向所述第一光终端发送所述第一光终端的管理标识和所述 n 个第二光终端中每个所述第二光终端的管理标识；

所述第一光终端，还用于向所述 n 个第二光终端广播所述 n 个第二光终端的管理标识。

15 13.根据权利要求 11 或 12 所述的通信系统，其特征在于，每个所述第二光终端的信息包括所述第二光终端的带宽信息、所述第二光终端的物理地址和所述第二光终端的电口信息。

14.根据权利要求 11 至 13 中任意一项所述的通信系统，其特征在于，

所述光头端，还用于生成管理表，所述管理表包括所述第一光终端的信息、每个所述第二光终端的信息、所述第一光终端的管理标识、每个所述第二光终端的管理标识以及第三指示信息，所述第三指示信息用于指示所述第二光终端受所述第一光终端管理。

20 15.根据权利要求 14 所述的通信系统，其特征在于，所述通信系统还包括控制设备和现场设备，所述控制设备与所述光头端连接，所述第一光终端与至少一个所述现场设备连接，每个所述第二光终端与至少一个所述现场设备连接；

所述光头端，还用于从所述控制设备获取所述至少一个第二光终端的数据，基于所述至少一个第二光终端的数据和所述管理表生成所述数据帧；

25 所述第一光终端，还用于与所述第一光终端连接的至少一个现场设备交互数据；

所述第二光终端，还用于与所述第二光终端连接的至少一个现场设备交互数据。

16.根据权利要求 15 所述的通信系统，其特征在于，所述光头端通过分光网络与所述第一光终端的光口连接，所述通信系统还包括第三光终端，所述光头端通过所述分光网络与所述第三光终端的光口连接，所述第三光终端与至少一个所述现场设备连接。

30 17.一种光头端，所述光头端应用于通信系统中，所述通信系统包括所述光头端、第一光终端和所述第一光终端管理的 n 个第二光终端，所述第一光终端通过光口与所述光头端连接，所述 n 个第二光终端通过电口串联，所述第一光终端通过电口与串联的所述 n 个第二光终端连接，所述 n 为大于 0 的整数，其特征在于，包括：

收发模块，用于获取所述 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据；

35 处理模块，用于基于所述 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据生成数据帧，所述数据帧包括所述 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据；

所述收发模块，还用于向所述第一光终端发送所述数据帧。

18.根据权利要求 17 所述的光头端，其特征在于，所述数据帧包括所述第一光终端的数据处理字段和所述 n 个第二光终端中每个第二光终端的数据处理字段；

40 所述收发模块，还用于从所述第一光终端接收执行数据交互后的数据帧，所述执行数据交互后的数据帧中的至少一个数据处理字段与所述数据处理字段对应的光终端执行了数据交互，所述数据处理字段对应的光终端包括所述第一光终端和/或所述第二光终端。

19.根据权利要求 17 或 18 所述的光头端，其特征在于，

所述收发模块，还用于从所述第一光终端获取所述第一光终端的信息和所述 n 个第二光终端的信息；

45 所述处理模块，还用于基于所述第一光终端的信息和所述 n 个第二光终端的信息确定所述第一光终端的管理标识和所述 n 个第二光终端中每个所述第二光终端的管理标识；

所述收发模块，还用于向所述第一光终端发送所述第一光终端的管理标识和所述 n 个第二光终端中每个所述第二光终端的管理标识。

20. 根据权利要求 19 所述的光头端，其特征在于，每个所述第二光终端的信息包括所述第二光终端的带宽信息、所述第二光终端的物理地址和所述第二光终端的电口信息。

5 21. 根据权利要求 19 或 20 所述的光头端，其特征在于，所述处理模块，还用于生成管理表，所述管理表包括所述第一光终端的信息、每个所述第二光终端的信息、所述第一光终端的管理标识、每个所述第二光终端的管理标识以及第三指示信息，所述第三指示信息用于指示所述第二光终端受所述第一光终端管理。

22. 根据权利要求 21 所述的光头端，其特征在于，所述通信系统还包括控制设备和现场设备，所述控制设备与所述光头端连接，所述第一光终端与至少一个所述现场设备连接，每个所述第二光终端与至少一个所述现场设备连接；

所述收发模块，具体用于从所述控制设备获取所述至少一个第二光终端的数据；

所述处理模块，具体用于基于所述至少一个第二光终端的数据和所述管理表生成所述数据帧。

23. 一种第一光终端，所述第一光终端应用于通信系统中，所述通信系统包括光头端、所述第一光终端和所述第一光终端管理的 n 个第二光终端，所述第一光终端通过光口与所述光头端连接，所述 n 个第二光终端通过电口串联，所述第一光终端通过电口与串联的所述 n 个第二光终端连接，所述 n 为大于 0 的整数，其特征在于，包括：

收发模块，用于通过所述光口获取来自所述光头端的数据帧，所述数据帧包括所述 n 个第二光终端中至少一个第二光终端的数据；

20 所述收发模块，还用于通过所述电口向与所述第一光终端连接的第二光终端发送数据帧。

24. 根据权利要求 23 所述的第一光终端，其特征在于，所述数据帧包括所述第一光终端的数据处理字段和所述 n 个第二光终端中每个第二光终端的数据处理字段；

所述第一光终端还包括处理模块；

所述处理模块，用于基于所述数据帧中所述第一光终端对应的数据处理字段执行数据交互；

25 所述收发模块，具体用于通过所述电口向与所述第一光终端连接的第二光终端发送执行数据交互后的数据帧。

25. 根据权利要求 23 或 24 所述的第一光终端，其特征在于，所述收发模块，还用于：

通过所述电口接收来自所述第二光终端的执行数据交互后的数据帧；

通过所述光口向所述光头端发送所述执行数据交互后的数据帧。

30 26. 根据权利要求 23 至 25 中任意一项所述的第一光终端，其特征在于，所述数据帧的帧头包括每个所述第二光终端的管理标识；

所述收发模块，具体用于基于与所述第一光终端连接的第二光终端的管理标识采用直通转发的方式向所述第二光终端转发数据帧。

35 27. 根据权利要求 25 或 26 所述的第一光终端，其特征在于，所述数据帧的帧头还包括第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述第一光终端向与所述第一光终端连接的第二光终端发送数据帧。

28. 根据权利要求 24 至 27 中任意一项所述的第一光终端，其特征在于，所述数据帧的数据域包括每个所述第二光终端的管理标识，所述数据域中的每个第二光终端的管理标识用于指示每个第二光终端对应的数据处理字段在所述数据域中的位置。

40 29. 根据权利要求 28 所述的第一光终端，其特征在于，所述数据帧的数据域还包括所述第一光终端的管理标识，所述数据域中的第一光终端的管理标识用于指示所述第一光终端对应的数据处理字段在所述数据域中的位置；

所述处理模块，具体用于基于数据域中所述第一光终端的管理标识确定所述第一光终端对应的数据处理字段在所述数据域中的位置。

45 30. 根据权利要求 28 或 29 所述的第一光终端，其特征在于，所述数据帧的数据域还包括每个所述第二光终端的第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述第二光终端对应的数据处理字段的至少一种数据处理类型和每种数据处理类型的数据处理字段的长度。

31.根据权利要求 23 至 30 中任意一项所述的第一光终端，其特征在于，

所述收发模块，还用于获取所述 n 个第二光终端的信息；

所述处理模块，还用于基于所述第一光终端的信息和所述 n 个第二光终端的信息在所述光头端注册所述第一光终端和所述 n 个第二光终端；

5 所述收发模块，还用于从所述光头端接收所述第一光终端的管理标识和所述 n 个第二光终端中每个所述第二光终端的管理标识；以及，向所述 n 个第二光终端广播所述 n 个第二光终端的管理标识。

32.根据权利要求 31 所述的第一光终端，其特征在于，每个所述第二光终端的信息包括所述第二光终端的带宽信息、所述第二光终端的物理地址和所述第二光终端的电口信息。

33.一种第二光终端，所述第二光终端应用于通信系统中，所述通信系统包括光头端、第一光终端和
10 所述第一光终端管理的 n 个所述第二光终端，所述第一光终端通过光口与所述光头端连接，所述 n 个第二光终端通过电口串联，所述第一光终端通过电口与串联的所述 n 个第二光终端连接，所述 n 为大于 0 的整数，其特征在于，包括：

收发模块，用于通过所述电口接收来自所述第一光终端或来自上一级第二光终端的数据帧；

处理模块，用于获取所述数据帧中所述第二光终端的数据；

15 所述收发模块，还用于向与所述第二光终端连接的下一级第二光终端发送数据帧。

34.根据权利要求 33 所述的第二光终端，其特征在于，所述数据帧包括所述第一光终端的数据处理字段和所述 n 个第二光终端中每个第二光终端的数据处理字段；

所述处理模块，具体用于基于收到的数据帧中所述第二光终端对应的数据处理字段执行数据交互；

20 所述收发模块，具体用于向与所述第二光终端连接的下一级第二光终端发送执行数据交互后的数据帧。

35.根据权利要求 34 所述的第二光终端，其特征在于，

所述收发模块，还用于通过至少一个第二光终端向所述第一光终端透传执行数据交互后的数据帧。

36.根据权利要求 33 至 35 中任意一项所述的第二光终端，其特征在于，所述数据帧的帧头包括每个
25 所述第二光终端的管理标识；

所述收发模块，具体用于基于与所述第二光终端连接的下一级第二光终端的管理标识采用直通转发的方式向所述下一级第二光终端转发数据帧。

37.根据权利要求 35 或 36 所述的第二光终端，其特征在于，所述数据帧的帧头还包括第一指示信息，
所述第一指示信息用于指示所述第一光终端向与所述第一光终端连接的第二光终端发送数据帧。

38.根据权利要求 34 至 37 中任意一项所述的第二光终端，其特征在于，所述数据帧的数据域包括每个
30 所述第二光终端的管理标识，所述数据域中的每个第二光终端的管理标识用于指示每个第二光终端对应的数据处理字段在所述数据域中的位置；

所述处理模块，具体用于基于数据域中所述第二光终端的管理标识确定所述第二光终端对应的数据处理字段在所述数据域中的位置。

39.根据权利要求 38 所述的第二光终端，其特征在于，所述数据帧的数据域还包括所述第一光终端
35 的管理标识，所述数据域中的第一光终端的管理标识用于指示所述第一光终端对应的数据处理字段在所述数据域中的位置。

40.根据权利要求 38 或 39 所述的第二光终端，其特征在于，所述数据帧的数据域还包括每个所述第二光终端的第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述第二光终端对应的数据处理字段的至少一种
40 数据处理类型和每种数据处理类型的数据处理字段的长度。

41.一种通信装置，其特征在于，包括处理模块，所述处理模块用于实现如权利要求 17 至 22 中任意
40 一项所述的光头端的功能。

42.一种通信装置，其特征在于，包括处理模块，所述处理模块用于实现如权利要求 23 至 32 中任意
45 一项所述的第一光终端的功能；或者，实现如权利要求 33 至 40 中任意一项所述的第二光终端的功能。