

数据处理方法及相关设备

本申请要求于 2023 年 03 月 10 日提交国家知识产权局、申请号 CN202310259787.2、申请名称为“数
5 据处理方法及相关设备”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

本申请涉及光通信领域，尤其涉及数据处理方法及相关设备。

10 背景技术

以太网业务中 66 比特编码块包括 64 比特的有效净荷和 2 比特的开销。当通过光传送网（optical
transport network, OTN）承载以太网业务时，发送设备需要将以太网中的 MAC 帧编码为多个 66 比特
编码块，再将多个 66 比特编码块映射到 OTN 帧中。接收设备从 OTN 帧中提取 66 比特编码块，再将多个
66 比特编码块解码为 MAC 帧。但是，66 比特编码块中 2 比特的开销用于指示 66 比特编码块的码块类型。
15 66 比特编码块的码块类型包括数据编码块或控制编码块。当 66 比特编码块中 2 比特的开销发生误码时，
会导致接收设备对码块类型产生错判。接收设备根据错判的 66 比特编码块得到错误的 MAC 帧。

发明内容

本申请提供了一种数据处理方法及相关设备，通过第一校验字段，接收设备可以识别 66 比特码块
20 流是否发生误码，从而提高通信的可靠性。

本申请第一方面提供了一种数据处理方法。数据处理方法可以应用于光模块、电芯片或发送设备。
发送设备可以是光传送网（optical transport network, OTN）设备或城域传送网（metro transport
network, MTN）设备等。下面以数据处理方法应用于发送设备为例进行描述。数据处理方法包括以下步
骤：发送设备获取一个 MAC 帧的 66 比特码块流。MAC 帧包括帧校验序列（frame check sequence, FCS）
25 字段。发送设备根据目标数据得到第一校验字段。第一校验字段用于校验目标数据。目标数据为 MAC 帧
或 66 比特码块流。66 比特码块流中的码块用于承载获得的第一校验字段。或，66 比特码块流的后一个
66 比特码块用于承载获得的第一校验字段。发送设备将 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区。数据帧
可以为 OTN 帧、灵活以太网（flexible ethernet, FlexE）帧或 MTN 帧。发送设备发送数据帧。

在第一方面的一种可选方式中，目标数据为 66 比特码块流。发送设备获取一个 MAC 帧的 66 比特码
30 块流包括：发送设备获取一个 MAC 帧，将一个 MAC 帧编码为第一 66 比特码块流。或，发送设备从另一
设备接收第一 66 比特码块流。数据处理方法还包括以下步骤：发送设备根据第一 66 比特码块流和第一
校验字段得到第二 66 比特码块流，或，发送设备在第一 66 比特码块流的后一个 66 比特码块中添加第
一校验字段。发送设备将 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区包括：发送设备将第二 66 比特码块流映
射到数据帧的净荷区，或，发送设备将第一 66 比特码块流和后一个 66 比特码块映射到数据帧的净荷区。
35 通过对 66 比特码块流进行校验，接收设备无需对 66 比特码块流进行解码便可识别 66 比特码块流是否
发生误码。因此，本申请实施例可以提高校验效率。在第一方面的另一种可选方式中，目标数据为 MAC
帧。发送设备获取一个 MAC 帧的 66 比特码块流包括：发送设备获取一个 MAC 帧，将一个 MAC 帧编码为
66 比特码块流。在通信系统中，接收设备和发送设备之间可以包括一个或多个中间节点。中间节点直接
转发 66 比特码块流，无需对 66 比特码块流进行解码。因此，当目标数据为 MAC 帧时，中间节点可以无
40 需对 MAC 帧进行校验，从而降低 66 比特码块流的传输时延。

在第一方面的一种可选方式中，后一个 66 比特码块为 S 控制编码块。原 S 控制编码块用于携带 MAC
帧中前导码（Preamble）字段的内容。前导码字段的内容属于固定内容。因此，通过 S 控制编码块携带
第一校验字段，可以降低对后一个 MAC 帧的影响。因此，本申请可以提高传输数据的可靠性。在第一方
面的另一种可选方式中，后一个 66 比特码块为 I 控制编码块。当两个 MAC 帧之间存在较长的间隔时，
45 发送设备可以在两个 66 比特码块流之间插入 I 控制编码块。两个 66 比特码块流和两个 MAC 帧一一对应。
原 I 控制编码块用于填充无用的数据。当第一校验字段位于第二个 66 比特码块流的 S 控制编码块时，

接收设备需要在接收 1 个或多个 I 控制码块后才能接收到 S 控制编码块,从而降低了校验效率。因此,通过在 I 控制编码块携带第一校验字段,可以提高校验效率。在第一方面的又一种可选方式中,后一个 66 比特码块为自定义控制编码块。通过在自定义控制编码块中携带第一校验字段,可以减低对下一个 66 比特码块流的影响。因此,本申请可以提高传输数据的可靠性。

5 在第一方面的一种可选方式中,自定义控制编码块的控制块类型字段的取值为 0x00。0x00 为 16 进制的表示方法。16 进制的 0x00 可以转换为 2 进制的 0000 0000。当控制块类型字段为 0x00 时,可以和其它控制编码块的控制块类型字段存在至少 2 比特的区别。因此,即使控制块类型字段中的 1 比特发生误码,也不会导致接收设备将自定义控制编码块识别为另一个控制编码块。因此,本申请可以提高传输第一校验字段的可靠性。

10 在第一方面的一种可选方式中,66 比特码块流中的 S 控制编码块用于承载第一校验字段。通过在 66 比特码块流中携带第一校验字段,可以提高接收设备的校验效率。并且,原 S 控制编码块用于携带 MAC 帧中前导码字段的内容。因此,通过 S 控制编码块携带第一校验字段,可以降低对 MAC 帧的影响。

在第一方面的一种可选方式中,第一校验字段包括第一子字段和第二子字段。第一子字段用于校验 66 比特码块流的长度。第二子字段用于校验 66 比特码块流的内容。通过长度校验和内容校验,可以提高识别误码的准确性。因此,本申请可以提高传输数据的可靠性。

15 在第一方面的一种可选方式中,第一子字段用于指示 66 比特码块流包括的 66 比特编码块的数量。通过指示 66 比特编码块的数量,可以降低第一子字段的大小。因此,本申请可以节约传输资源。

在第一方面的一种可选方式中,第一子字段的大小为 2 字节。MAC 帧的最大长度为 9600 字节。此时,66 比特码块流中 66 比特编码块的数量大约为 1200。因此,通过控制第一子字段的大小为 2 字节,可以节约传输资源。

20 在第一方面的一种可选方式中,第二子字段的大小为 4 字节。为了提高内容校验的可靠性,第二子字段的大小可以大于第一子字段的大小。并且,一个控制编码块的可用空间大小为 7 字节。通过限制第二子字段的大小为 4 字节,可以在一个控制编码块中传输第一子字段和第二子字段。当第二子字段的大小大于 7 字节时,发送设备需要通过至少两个控制编码块来承载第一子字段和第二子字段。因此,本申请实施例可以减少控制编码块的数量,从而提高传输效率。

25 在第一方面的一种可选方式中,66 比特码块流还包括第二校验字段,或,后一个 66 比特码块还包括第二校验字段。第二校验字段用于校验第一校验字段。通过增加第二校验字段,可以提高传输的第一校验字段的可靠性。因此,本申请可以提高传输数据的可靠性。

在第一方面的一种可选方式中,第二校验字段的大小为 1 字节。一个控制编码块的可用空间大小为 7 字节。当第一校验字段小于或等于 6 字节时,可以通过一个控制编码块传输第一校验字段和第二校验字段。因此,本申请实施例可以减少控制编码块的数量,从而提高传输效率。

30 在第一方面的一种可选方式中,发送设备将第二 66 比特码块流映射到业务帧,将业务帧映射到数据帧的净荷区。通过先将第二 66 比特码块流映射到业务帧,再将业务帧映射到数据帧,可以降低业务的最小颗粒,从而提高承载的业务数量。在第一方面的另一种可选方式中,发送设备将第一 66 比特码块流和后一个 66 比特码块映射到业务帧,再将业务帧映射到数据帧。

35 本申请第二方面提供了一种数据处理方法。数据处理方法可以应用于光模块、电芯片或接收设备。接收设备可以是 OTN 设备或 MTN 设备等。下面以数据处理方法应用于接收设备为例进行描述。数据处理方法包括以下步骤:接收设备获取数据帧。接收设备从数据帧的净荷区中提取 66 比特码块流。66 比特码块流中的码块用于承载获得的第一校验字段。或,66 比特码块流的后一个 66 比特码块用于承载获得的第一校验字段。接收设备通过第一校验字段校验 66 比特码块流对应的 MAC 帧或 66 比特码块流。MAC 帧包括 FCS 字段。

40 在第二方面的一种可选方式中,接收设备通过第一校验字段校验 66 比特码块流对应的 MAC 帧。数据处理方法还包括以下步骤:接收设备将 66 比特码块流解码为 MAC 帧。在第二方面的另一种可选方式中,接收设备通过第一校验字段校验 66 比特码块流。

45 在第二方面的一种可选方式中,66 比特码块流中的 S 控制编码块包括第一校验字段。数据处理方法还包括以下步骤:接收设备将第一校验字段替换为 MAC 帧中前导码字段的内容,得到修改后的 66 比特

码块流。接收设备向其它设备发送修改后的 66 比特码块流。其它设备不一定支持第一校验字段的校验功能。通过还原 66 比特码块流,可以降低第一校验字段对其它设备还原 MAC 帧的影响。因此,本申请可以提高还原 MAC 帧的可靠性。在第二方面的另一种可选方式中,66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段,数据处理方法还包括以下步骤:接收设备修改后一个 66 比特码块。在修改后一个 66 比特码块后,接收设备可以向其它设备发送后一个 66 比特码块。其它设备不一定支持第一校验字段的校验功能。通过还原后一个 66 比特码块,可以降低第一校验字段对其它设备的影响,从而提高通信的可靠性。在第二方面的另一种可选方式中,后一个 66 比特码块为 S 控制编码。接收设备将第一校验字段替换为 MAC 帧中前导码字段的内容。通过还原后一个 66 比特码块,可以降低第一校验字段对其它设备还原下一个 MAC 帧的影响。因此,本申请可以提高还原下一个 MAC 帧的可靠性。在第二方面的另一种可选方式中,后一个 66 比特码块为 I 控制编码块。接收设备将第一校验字段中的内容修改为 0。在第二方面的另一种可选方式中,后一个 66 比特码块为自定义控制编码块。接收设备删除自定义控制编码块。其它设备不一定可以识别自定义控制编码块。并且,自定义控制编码块的校验功能可能会和其它设备的某些功能存在冲突,从而影响其它设备的运行。因此,本申请可以提高通信的可靠性。

在第二方面的一种可选方式中,数据处理方法还包括以下步骤:若 66 比特码块流未通过第一校验字段的校验,则接收设备将 66 比特码块流中 T 控制编码块的同步字段修改为 11 或 00。在后续的处理中,接收设备可以根据同步字段中的内容将 66 比特码块流识别为错误的码块流,从而丢弃 66 比特码块流。因此,本申请可以提高通信的可靠性。

在第二方面的一种可选方式中,66 比特码块流还包括第二校验字段,或,后一个 66 比特码块还包括第二校验字段。数据处理方法还包括以下步骤:接收设备通过第二校验字段校验第一校验字段。

本申请第三方面提供了一种发送装置。发送装置包括获取模块、处理模块、映射模块和发送模块。获取模块用于获取一个 MAC 帧的 66 比特码块流。处理模块用于根据目标数据得到第一校验字段。第一校验字段用于校验目标数据。目标数据为 MAC 帧或 66 比特码块流。66 比特码块流中的码块用于承载获得的第一校验字段。或,66 比特码块流的后一个 66 比特码块用于承载获得的第一校验字段。映射模块用于将 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区。数据帧可以为 OTN 帧、FlexE 帧或 MTN 帧。发送模块用于发送数据帧。在第三方面的一种可选方式中,发送装置中的模块可以用于执行前述第一方面中任意一项可选方式所述的方法。例如,映射模块用于将 66 比特码块流映射到业务帧,将业务帧映射到数据帧的净荷区。又如,获取模块用于从另一设备接收 66 比特码块流。

本申请第四方面提供了一种接收装置。接收装置包括接收模块、提取模块和校验模块。接收模块用于接收数据帧。提取模块用于从数据帧的净荷区中提取 66 比特码块流。66 比特码块流包括第一校验字段。或,66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段。校验模块用于通过第一校验字段校验 66 比特码块流对应的 MAC 帧或 66 比特码块流。MAC 帧包括 FCS 字段。

在第四方面的一种可选方式中,发送装置中的模块可以用于执行前述第二方面中任意一项可选方式所述的方法。例如,校验模块还用于通过第二校验字段校验第一校验字段。又如,发送装置还包括修改模块和发送模块。修改模块用于修改后一个 66 比特码块。在修改后一个 66 比特码块后,发送模块用于向其它设备发送后一个 66 比特码块。

本申请第五方面提供了一种发送设备。发送设备包括处理器和收发器。处理器用于执行前述第一方面或第一方面中任意一项可选方式所述的方法,以得到数据帧。收发器用于发送数据帧。

本申请第六方面提供了一种接收设备。接收设备包括处理器和收发器。收发器用于接收数据帧。处理器用于执行前述第二方面或第二方面中任意一项可选方式所述的方法。

本申请第七方面提供了一种通信系统。通信系统包括发送设备和接收设备。发送设备用于获取一个 MAC 帧的 66 比特码块流。MAC 帧包括 FCS 字段。发送设备用于根据目标数据得到第一校验字段。目标数据为 MAC 帧或 66 比特码块流。66 比特码块流中的码块用于承载获得的第一校验字段。或,66 比特码块流的后一个 66 比特码块用于承载获得的第一校验字段。发送设备用于将 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区。发送设备向接收设备发送数据帧。接收设备用于接收数据帧。接收设备用于从数据帧的净荷区中提取 66 比特码块流。接收设备用于通过第一校验字段校验 66 比特码块流对应的 MAC 帧或 66 比特码块流。

在第七方面的一种可选方式中，发送设备还用于执行前述第一方面或第一方面中任意一种可选方式中所述的方法，和/或，接收设备还用于执行前述第二方面或第二方面中任意一种可选方式中所述的方法。

本申请第八方面提供了一种数据帧。数据帧包括净荷区和开销区。净荷区包括 66 比特码块流。66 比特码块流包括第一校验字段。或，66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段。第一校验字段用于校验 66 比特码块流对应的 MAC 帧或 66 比特码块流。MAC 帧包括 FCS 字段。

在第八方面的一种可选方式中，数据帧为光业务单元（optical service unit，OSU）帧、OTN 帧、FlexE 帧或 MTN 帧。

应理解，前述不同方面中存在相关的内容。因此，任一方面的可选方式的描述可能可以作为其它方面的可选方式中的内容，此处不再重复描述。

本申请第九方面提供了一种计算机存储介质。所述计算机存储介质中存储有指令，所述指令在计算机上执行时，使得所述计算机执行如第一方面或第一方面任意一种实施方式所述的方法；或使得所述计算机执行如第二方面或第二方面任意一种实施方式所述的方法。

本申请第十方面提供了一种计算机程序产品。所述计算机程序产品在计算机上执行时，使得所述计算机执行如第一方面或第一方面任意一种实施方式所述的方法；或使得所述计算机执行如第二方面或第二方面任意一种实施方式所述的方法。

附图说明

- 图 1 为 OTN 的结构示意图；
- 图 2 为 OTN 设备的结构示意图；
- 图 3 为数据编码块和控制编码块的结构示意图；
- 图 4 为本申请实施例提供的数据处理方法的第一个流程示意图；
- 图 5 为 MAC 帧编码为 66 比特码块流的示意图；
- 图 6 为 MAC 帧的结构示意图；
- 图 7 为本申请实施例提供的 MAC 帧编码为 66 比特码块流的第一个示意图；
- 图 8 为本申请实施例提供的 MAC 帧编码为 66 比特码块流的第二个示意图；
- 图 9 为本申请实施例提供的 MAC 帧编码为 66 比特码块流的第三个示意图；
- 图 10 为本申请实施例提供的 MAC 帧编码为 66 比特码块流的第四个示意图；
- 图 11 为本申请实施例提供的 MAC 帧的结构示意图；
- 图 12a 为本申请实施例提供的 c 字段的第一个结构示意图；
- 图 12b 为本申请实施例提供的 c 字段的第二个结构示意图；
- 图 12c 为本申请实施例提供的 c 字段的第三个结构示意图；
- 图 12d 为本申请实施例提供的 c 字段的第四个结构示意图；
- 图 13 为本申请实施例提供的 66 比特码块流直接映射到 OTN 帧的示意图；
- 图 14 为本申请实施例提供的 66 比特码块流帧间接映射到 OTN 帧的示意图；
- 图 15 为本申请实施例提供的数据处理方法的第二个流程示意图；
- 图 16 为本申请实施例提供的数据处理方法的第三个流程示意图；
- 图 17 为本申请实施例提供的数据处理方法的第四个流程示意图；
- 图 18 为本申请实施例提供的发送装置的结构示意图；
- 图 19 为本申请实施例提供的接收装置的结构示意图；
- 图 20 为本申请实施例提供的通信设备的结构示意图；
- 图 21 为本申请实施例提供的通信系统的结构示意图。

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。
 - 1)、多个指两个或两个以上。“和/或”描述关联对象的关联关系，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，在本申请的描述中，“第一”、“第二”、“目标”等词汇仅用于区分描述的目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性，也不能理解为指示或暗示顺序。

2)、本申请提到的 A 映射到 B 中指的是将 A 封装进 B 中。例如，将光业务单元(optical service unit, OSU) 帧映射到光传送网 (optical transport network, OTN) 帧中指的是将 OSU 帧或者 OSU 信号封装到 OTN 帧中。

3)、除非特殊说明，一个实施例中针对一些技术特征的具体描述也可以应用于解释其他实施例提及对应的技术特征。例如，一个实施例中第一校验字段 1 的功能也可以应用于其他实施例中提及的第一校验字段 1。此外，本申请采用相同或相似的附图编号来表示不同实施例中功能相同或相似的组件或方法步骤。

本申请实施例适用于光传送网或城域传送网等光网络。光传送网包括 OTN 或灵活以太网 (flexible ethernet, FlexE)。在本申请后续的描述中，将以 OTN 为例进行描述。一个 OTN 通常由多个 OTN 设备通过光纤连接而成，可以根据具体需要组成如线型、环形和网状等不同的拓扑类型。图 1 为本申请提供的 OTN 的结构示意图。如图 1 所示，OTN 100 由 8 个 OTN 设备 101 组成，即 OTN 设备 A-H。其中，102 指示光纤，用于连接两个设备。103 指示客户业务接口，用于接收或发送客户业务数据。如图 1 所示，OTN 100 用于为客户设备 1-3 传输业务数据。客户设备通过客户业务接口跟 OTN 的设备相连。例如，图 1 中，客户设备 1-3 分别和 OTN 设备 A、H 和 F 相连。

根据实际的需要，一个 OTN 设备可能具备不同的功能。一般地来说，OTN 设备分为光层设备、电层设备以及光电混合设备。光层设备指的是能够处理光层信号的设备，例如：光放大器、光分插复用器 (optical add-drop multiplexer, OADM)。光放大器用于对光信号进行放大，以支持在保证光信号的特定性能的前提下传输更远的距离。OADM 用于对光信号进行空间的变换，从而使其可以从不同的输出端口 (有时也称为方向) 输出。电层设备指的是能够处理电层信号的设备，例如：能够处理 OTN 信号的设备。光电混合设备指的是具备处理光层信号和电层信号能力的设备。需要说明的是，根据具体的集成需要，一个 OTN 设备可以集合多种不同的功能。本申请提供的技术方案适用于不同形态和集成度包含电层功能的 OTN 设备。

需要说明的是，本申请实施例中的光传送设备使用的数据帧结构可以是 OTN 帧。OTN 帧用于承载各种业务数据，并提供丰富的管理和监控功能。OTN 帧可以是光数据单元帧 (optical data unit k, ODUk)、ODUCn、ODUflex，或者光通道传输单元 k (optical transport unit k, OTUk)，OTUCn，或者灵活 OTN (FlexO) 帧等。其中，ODU 帧和 OTU 帧区别在于，OTU 帧包括 ODU 帧和 OTU 开销。k 代表了不同的速率等级。例如，k=1 表示 2.5Gbps，k=4 表示 100Gbps。Cn 表示可变速率，具体为 100Gbps 的正整数倍的速率。除非特殊的说明，ODU 帧指的是 ODUk、ODUCn 或 ODUflex 的任意一种，OTU 帧指的是 OTUk、OTUCn 或者 FlexO 的任意一种。还需要指出的是，随着光传送网技术的发展，可能定义出新的类型的 OTN 帧，也适用于本申请。此外，本申请揭示的方法也可以适用于 FlexE 帧等其他光传送网帧。

图 2 为本申请提供的 OTN 设备的结构示意图。OTN 设备 200 可以是图 1 中的 OTN 设备 A-H 中的任一设备。如图 2 所示，OTN 设备 200 包括支路板 201、交叉板 202、线路板 203、光层处理单板 (图中未示出) 以及系统控制和通信类单板 204。

支路板 201、交叉板 202 和线路板 203 用于处理电层信号。其中，支路板 201 用于实现各种客户业务的接收和发送，例如 SDH 业务、分组业务、以太网业务和/或前传业务等。更进一步地，支路板 201 可以划分为客户侧光收发模块和信号处理器。其中，客户侧光收发模块也可以称为光收发器，用于接收和/或发送业务数据。信号处理器用于实现对业务数据到数据帧的映射和解映射处理。交叉板 202 用于实现数据帧的交换，完成一种或多种类型的数据帧的交换。线路板 203 主要实现线路侧数据帧的处理。具体地，线路板 203 可以划分为线路侧光模块和信号处理器。其中，线路侧光模块可以称为光收发器，用于接收和/或发送数据帧。信号处理器用于实现对线路侧的数据帧的复用和解复用，或者映射和解映射处理。系统控制和通信类单板 204 用于实现系统控制。具体地，可以从不同的单板收集信息，或将控制指令发送到对应的单板上。需要说明的是，除非特殊说明，具体的组件 (例如信号处理器) 可以是一个或多个，本申请不做限制。还需要说明的是，对设备包含的单板类型以及单板的功能设计和数量，

本申请不做任何限制。需要说明的是，在具体的实现中，上述两个单板也可能设计为一个单板。此外，网络设备还可能包括备用电源、用于散热的风扇等。

应理解，图 2 只是本申请提供的 OTN 设备的一个示例。根据具体的需要，OTN 设备包含的单板类型 and 数量可能不相同。例如，作为核心节点的 OTN 设备没有支路板 201。又如，作为边缘节点的 OTN 设备有多个支路板 201，或者没有光交叉板 202。再如，只支持电层功能的 OTN 设备可能没有光层处理单板。

在图 1 中，OTN 设备从客户设备接收的数据可以为 66 比特码块流或 MAC 帧。66 比特码块流是由多个 66 比特编码块组成的码块流。66 比特编码块也称为 64B/66B 编码块或 66-bit 编码块。66 比特编码块包括 2 比特的开销和 64 比特的净荷。66 比特编码块的码块类型包括数据编码块或控制编码块。数据编码块用于承载数据。控制编码块用于传递介质访问控制 (media access control, MAC) 地址帧起始或结束标识，或填充指示等控制信息。

图 3 为本申请提供的数据编码块和控制编码块的结构示意图。如图 3 所示，数据编码块 301 和控制编码块 302 包括同步 (synchronization, SYNC) 字段。SYNC 字段的大小为 2 比特。SYNC 字段承载的数据用于指示 66 比特编码块的码块类型。例如，01 指示 66 比特编码块的码块类型为数据编码块。10 指示 66 比特编码块的码块类型为控制编码块。数据编码块 301 还包括 d 字段。d 字段的大小为 64 比特。d 字段用于承载数据。控制编码块 302 还包括控制块类型 (control block type, CBT) 字段和 c 字段。CBT 字段的大小为 8 比特。CBT 字段的数值可以为 0x1E、0x78、0x4B、0x87 或 0x99 等。c 字段的大小为 56 比特。c 字段用于承载控制编码。

当 OTN 设备从客户设备接收的数据是 MAC 帧时，OTN 设备需要将 MAC 帧编码为 66 比特码块流。在得到 66 比特码块流后，OTN 设备将 66 比特码块流映射到 OTN 帧的净荷区，向另一 OTN 设备传输 OTN 帧。另一 OTN 设备从 OTN 帧中提取 66 比特编码块，再将多个 66 比特编码块解码为 MAC 帧。但是，66 比特编码块中 SYNC 字段用于指示 66 比特编码块的码块类型。当 SYNC 字段发生误码时，会导致另一 OTN 设备对码块类型产生错判，从而根据错判的 66 比特编码块得到错误的 MAC 帧。若错误的 MAC 帧通过帧校验序列 (frame check sequence, FCS) 校验，则接收设备无法识别 MAC 帧是否错误，从而降低了通信的可靠性。

为此，本申请提供了一种数据处理方法。图 4 为本申请实施例提供的数据处理方法的第一个流程示意图。数据处理方法可以应用于光模块、电芯片或发送设备。发送设备可以是 OTN 设备或 MTN 设备等。下面以数据处理方法应用于发送设备为例进行描述。如图 4 所示，数据处理方法包括以下步骤。

在步骤 401 中，发送设备获取一个 MAC 帧的 66 比特码块流。

发送设备可以从客户设备接收 66 比特码块流或 MAC 帧。当发送设备从客户设备接收的数据是 MAC 帧时，发送设备需要将 MAC 帧编码为 66 比特码块流。或者，发送设备可以根据需要发送的数据生成 MAC 帧，并将 MAC 帧编码为 66 比特码块流。图 5 为 MAC 帧编码为 66 比特码块流的第一个示意图。如图 5 所示，发送设备将一个 MAC 帧编码为 66 比特码块流 501。66 比特码块流 501 包括 1 个 S 控制编码块、多个数据编码块和一个 T 控制编码块。其中，数据编码块中 SYNC 字段为 01。S 控制编码块中 CBT 字段为 0x78。T 控制编码块中 CBT 字段可以为 0x87、0x99、0xAA、0xB4、0xCC、0xD2、0xE1 或 0xFF。

应理解，在后续的示例中，为了方便描述，S 控制编码块可以称为 S1 控制编码块或 S2 控制编码块等。类似地，T 控制编码块也可以称为 T1 控制编码块或 T2 控制编码块等。数据编码块也可以称为 D1 数据编码块或 D2 数据编码块等。

66 比特码块流 501 和 MAC 帧中的数据存在对应关系。例如，图 6 为 MAC 帧的结构示意图。如图 6 所示，MAC 帧 601 包括前导码 (Preamble) 字段、起始定界符 (start frame delimiter, SFD) 字段、目的地址 (destination address, DA) 字段、源地址 (source address, SA) 字段、类型 (type) 字段、数据 (data) 字段和帧校验序列 (frame check sequence, FCS) 字段。S 控制编码块用于承载 MAC 帧中前导码字段中的内容。多个数据编码块用于承载 MAC 帧中剩余字段的内容。T 控制编码块用于表征一个 MAC 帧的结束，可以用于承载 MAC 帧中 0 至 7 字节的内容。

在实际应用中，发送设备可以持续地将多个 MAC 帧编码为 66 比特码块流。图 7 为本申请实施例提供的 MAC 帧编码为 66 比特码块流的第一个示意图。如图 7 所示，发送设备将 MAC 帧 1 和 MAC 帧 2 编码

为 66 比特码块流 701。具体地, 66 比特码块流 701 包括第一 66 比特码块流和第三 66 比特码块流。发送设备将 MAC 帧 1 编码为第一 66 比特码块流。第一 66 比特码块流包括一个 S1 控制编码块、多个 D1 数据编码块和一个 T1 控制编码块。发送设备将 MAC 帧 2 编码为第三 66 比特码块流。第三 66 比特码块流包括一个 S2 控制编码块、多个 D2 数据编码块和一个 T2 控制编码块。

5 当两个 MAC 帧之间存在较长的间隔时, 发送设备可以在第一 66 比特码块流和第三 66 比特码块流之间插入 I 控制编码块。I 控制编码块中 SYNC 取值为 10, CBT 取值为 0x1E。I 控制编码块可以称为 I1 控制编码块或 I2 控制编码块等。图 8 为本申请实施例提供的 MAC 帧编码为 66 比特码块流的第二个示意图。如图 8 所示, 发送设备将 MAC 帧 1 和 MAC 帧 2 编码为 66 比特码块流 801。在图 7 的基础上, 66 比特码块流 801 还包括 1 个或多个 I1 控制编码块。I1 控制编码块位于第一 66 比特码块流和第三 66 比特码块流之间。

10 在本申请实施例中, 发送设备可以在每个 T 控制编码块后插入自定义控制编码块。自定义控制编码块可以称为 Z1 控制编码块或 Z2 控制编码块等。自定义控制编码块中 SYNC 字段为 10。为了区分其它控制编码块和自定义控制编码块, 自定义控制编码块中 CBT 字段的内容不是 0x1E、0x78、0x4B、0x87、0x99、0xAA、0xB4、0xCC、0xD2、0xE1 或 0xFF。并且, 为了增大自定义控制编码块和其它控制编码块中 CBT 字段的差别, 自定义控制编码块的 CBT 字段可以为 0x00。

图 9 为本申请实施例提供的 MAC 帧编码为 66 比特码块流的第三个示意图。如图 9 所示, 发送设备将 MAC 帧 1 和 MAC 帧 2 编码为 66 比特码块流 901。在图 7 的基础上, 66 比特码块流 901 还包括 1 个 Z1 控制编码块和 1 个 Z2 控制编码块。Z1 控制编码块位于 T1 控制编码块后。Z2 控制编码块位于 T2 控制编码块后。

20 图 10 为本申请实施例提供的 MAC 帧编码为 66 比特码块流的第四个示意图。如图 10 所示, 发送设备将 MAC 帧 1 和 MAC 帧 2 编码为 66 比特码块流 1001。在图 8 的基础上, 66 比特码块流 1001 还包括 1 个 Z1 控制编码块和 1 个 Z2 控制编码块。Z1 控制编码块位于 T1 控制编码块和 I1 控制编码块之间。

应理解, 在前述图 5、图 7-图 10 中, 本申请实施例只是以 1 个或 2 个 MAC 帧为例进行描述。在实际应用中, 发送设备可以将更多的 MAC 帧编码为 66 比特码块流。例如, 在图 7 中, 发送设备还将 MAC 帧 3 编码为 66 比特码块流 701。此时, 66 比特码块流 701 还包括第四 66 比特码块流。第四 66 比特码块流包括一个 S3 控制编码块、多个 D3 数据编码块和一个 T3 控制编码块。第四 66 比特码块流和第三 66 比特码块流之间可以存在 1 个或多个 I2 控制编码块, 也可以不存在 I2 控制编码块。

应理解, 在前述图 5-图 10 的示例中, 描述了发送设备将 MAC 帧编码为 66 比特码块流。当发送设备从客户设备接收的是 66 比特码块流时, 66 比特码块流可以是客户设备根据前述方法编码得到的。

30 在步骤 402 中, 发送设备根据目标数据得到第一校验字段, 第一校验字段用于校验目标数据, 目标数据为 MAC 帧或 66 比特码块流, 66 比特码块流中的码块用于承载获得的第一校验字段, 或, 66 比特码块流的后一个 66 比特码块用于承载获得的第一校验字段。

当目标数据为 MAC 帧时, 发送设备根据 MAC 帧得到第一校验字段。例如, 发送设备对 MAC 帧进行循环冗余校验码 (cyclic redundancy check, CRC) 校验, 得到 CRC 字段。发送设备将 CRC 字段作为第一校验字段。若发送设备从客户设备接收的是 66 比特码块流, 则发送设备先将 66 比特码块流解码为 MAC 帧。解码是编码的逆过程。因此, 关于解码的描述, 可以参考前述图 5-图 10 中任一图中的描述。在通过解码得到 MAC 帧后, 发送设备再根据 MAC 帧得到第一校验字段。在得到第一校验字段后, 发送设备再将 MAC 帧编码为 66 比特码块流。因此, 在本申请实施例中, 步骤 402 和步骤 401 之间没有严格的时序限定。例如发送设备可以先获取第一校验字段, 再将 MAC 帧编码为 66 比特码块流。

40 当目标数据为 MAC 帧时, 发送设备可以将得到的第一校验字段替换 MAC 帧的前导码字段, 得到新的 MAC 帧。图 11 为本申请实施例提供的 MAC 帧的结构示意图。如图 11 所示, 在图 6 的基础上, 发送设备将图 6 中的前导码字段替换为第一校验字段。在得到新的 MAC 帧 1101 后, 发送设备按照前述步骤 401 中描述的编码方式将新的 MAC 帧编码为 66 比特码块流。此时, 第一校验字段将被编码入 66 比特码块流中的 S 控制编码块。或者, 发送设备先按照步骤 401 中的描述将 MAC 帧编码为 66 比特码块流。发送设备将第一校验字段填入 66 比特码块流或 66 比特码块流的后一个 66 比特码块。

当目标数据为 66 比特码块流时, 发送设备根据 66 比特码块流得到第一校验字段。例如, 发送设备

获取第一 66 比特码块流中 66 比特编码块的数量。发送设备将第一 66 比特编码块的数量作为第一校验字段。若发送设备从客户设备接收的是 MAC 帧，则发送设备先将 MAC 帧编码为 66 比特码块流。关于编码的描述，可以参考前述图 5-图 10 中任一图中的描述。在通过编码得到第一 66 比特码块流后，发送设备再根据第一 66 比特码块流得到第一校验字段。发送设备将第一校验字段填入第一 66 比特码块流，得到第二 66 比特码块流。或发送设备在第一 66 比特码块流的后一个 66 比特码块中添加第一校验字段。

66 比特码块流、第二 66 比特码块流或 66 比特码块流的后一个 66 比特码块用于承载获得的第一校验字段。当 66 比特码块流或第二 66 比特码块流中的码块用于承载获得的第一校验字段时，66 比特码块流或第二 66 比特码块流中的 S 控制编码块包括第一校验字段。例如，在图 7 中，S1 控制编码块包括与 MAC 帧 1 对应的第一校验字段 1。第一校验字段 1 用于校验 MAC 帧 1 或第一 66 比特码块流。S2 控制编码块包括与 MAC 帧 2 对应的第一校验字段 2。第一校验字段 2 用于校验 MAC 帧 2 或第三 66 比特码块流。

当 66 比特码块流的后一个 66 比特码块用于承载获得的第一校验字段时，后一个 66 比特码块可以为 S 控制编码和/或 I 控制编码块。此时，后一个 66 比特码块可以为 S 控制编码、I 控制编码块。后一个 66 比特码块还可以为 S 控制编码和 I 控制编码块。

当后一个 66 比特码块为 S 控制编码块时，表征当前 MAC 帧的第一校验字段位于下一个 MAC 帧对应的 S 控制编码块。例如，在图 8 中，S2 控制编码块包括与 MAC 帧 1 对应的第一校验字段 1。在图 8 中，发送设备还可以用于将 MAC 帧 3 编码为第四 66 比特码块流。第四 66 比特码块流包括一个 S3 控制编码块、多个 D3 数据编码块和一个 T3 控制编码块。S3 控制编码块包括与 MAC 帧 2 对应的第一校验字段 2。类似地，与 MAC 帧 3 对应的第一校验字段 3 可以位于 MAC 帧 4 对应的 S4 控制编码块。

当后一个 66 比特码块为 I 控制编码块时，表征当前 MAC 帧的第一校验字段位于两个 MAC 帧之间的 I 控制编码块。两个 MAC 帧包括当前 MAC 帧和下一个 MAC 帧。为此，当两个 MAC 帧对应的 66 比特码块流之间不包括 I 控制编码块时，发送设备会在编码过程中在 66 比特码块流之间插入 I 控制编码块。例如，在图 7 中，发送设备在第一 66 比特码块流和第三 66 比特码块流之间插入 I1 控制编码块。I1 控制编码块包括第一校验字段 1。在图 7 中，当第四 66 比特码块流和第三 66 比特码块流之间不包括 I 控制编码块时，发送设备也会在第四 66 比特码块流和第三 66 比特码块流之间插入 I2 控制编码块。I2 控制编码块包括第一校验字段 2。

当后一个 66 比特码块为 S 控制编码块和 I 控制编码块时，表征当前 MAC 帧的第一校验字段位于两个 MAC 帧对应的两个 66 比特码块流之间的 I 控制编码块或与下一个 MAC 帧对应的 S 控制编码块。具体地，当两个 MAC 帧对应的两个 66 比特码块流之间不包括 I 控制编码块时，当前 MAC 帧的第一校验字段位于下一个 MAC 帧对应的 S 控制编码块。当两个 MAC 帧对应的两个 66 比特码块流之间包括 I 控制编码块时，当前 MAC 帧的第一校验字段位于两个 MAC 帧对应的两个 66 比特码块流之间的 I 控制编码块。例如，在图 7 中，第一 66 比特码块流和第三 66 比特码块流之间不包括 I 控制编码块。此时，S2 控制编码块包括第一校验字段 1。当第四 66 比特码块流和第三 66 比特码块流之间包括 I2 控制编码块时，I2 控制编码块包括第一校验字段 2。

当 66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段时，后一个 66 比特码块可以为自定义控制编码块。此时，当前 MAC 帧的第一校验字段位于两个 MAC 帧对应的两个 66 比特码块流之间的自定义控制编码块。例如，在图 10 中，Z1 控制编码块包括第一校验字段 1。Z2 控制编码块包括第一校验字段 2。

应理解，“后一个 66 比特码块”并不一定是指 66 比特码块流后的第一个 66 比特码块。例如，在图 8 中，第一 66 比特码块流和第三 66 比特码块流之间包括 3 个 I1 控制编码块。第一校验字段 1 位于 3 个 I1 控制编码块中的第二个 I1 控制编码块。此时，第一 66 比特码块流的后一个 66 比特码块是指 3 个 I1 控制编码块中的第二个 I1 控制编码块。

在实际应用中，当携带第一校验字段 1 的控制编码块与第一 66 比特码块流之间的距离越近时，接收设备可以更快的校验第一 66 比特码块流或 MAC 帧 1，从而提高校验效率。因此，为了提高校验效率，66 比特码块流后的第一个 66 比特码块可以包括第一校验字段。

应理解，“后一个 66 比特码块”并不一定是指 1 个 66 比特码块。例如，在图 8 中，第一 66 比特码块流和第三 66 比特码块流之间包括 3 个 I1 控制编码块。第一校验字段 1 位于 3 个 I1 控制编码块中

的第一个 I1 控制编码块和第二个 I1 控制编码块。此时，第一 66 比特码块流的后一个 66 比特码块是指 3 个 I1 控制编码块中的前两个 I1 控制编码块。根据前面的描述可知，MAC 帧 1 对应的第一校验字段 1 可以位于 S1 控制编码块、S2 控制编码块、I1 控制编码块或 Z1 控制编码块。MAC 帧 1 对应的第一校验字段 1 也可以位于 S2 控制编码块和 I1 控制编码块。在本申请实施例中，第一校验字段 1 可以位于上述控制编码块中的 c 字段。第一校验字段 1 的大小小于或等于 c 字段的大小。图 12a 为本申请实施例提供的 c 字段的第一个结构示意图。如图 12a 所示，c 字段 1201 的大小为 7 字节。第一校验字段的大小为 2 字节。c 字段 1201 还包括 5 字节的保留用作将来国际标准化 (Reserved for future international standardization, RES) 字段。

在实际应用中，发送设备还可以根据第一校验字段得到第二校验字段。第二校验字段用于校验第一校验字段。66 比特码块流还包括第二校验字段，或，后一个 66 比特码块还包括第二校验字段。第二校验字段也可以位于上述控制编码块中的 c 字段。图 12b 为本申请实施例提供的 c 字段的第二个结构示意图。如图 12b 所示，c 字段 1202 的大小为 7 字节。第一校验字段的大小为 2 字节。第二校验字段的大小为 1 字节。c 字段 1202 还包括 4 字节的 RES 字段。

在实际应用中，第一校验字段可以包括第一子字段和第二子字段。第一子字段用于校验 MAC 帧或 66 比特码块流的长度，即第一子字段用于长度校验。第二子字段用于校验 MAC 帧或 66 比特码块流的内容，即第二子字段用于内容校验。图 12c 为本申请实施例提供的 c 字段的第三个结构示意图。如图 12c 所示，c 字段 1203 的大小为 7 字节。第一校验字段的大小等于 c 字段 1203 的大小。第一校验字段包括第一子字段和第二子字段。第一子字段的大小为 2 字节。第二子字段的大小为 5 字节。

图 12d 为本申请实施例提供的 c 字段的第四个结构示意图。如图 12d 所示，c 字段 1204 的大小为 7 字节。第一校验字段包括第一子字段和第二子字段。第一子字段的大小为 2 字节。第二子字段的大小为 4 字节。c 字段 1204 或第一校验字段还包括第二校验字段，第二校验字段的大小为 1 字节。

在步骤 403 中，发送设备将 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区。

发送设备可以将 66 比特码块流直接映射到数据帧的净荷区，也可以先将 66 比特码块流映射到业务帧，再将业务帧映射到数据帧。数据帧可以为 OTN 帧、FlexE 帧或 MTN 帧。业务帧可以是 OSU 帧或其它类似 OSU 帧结构的数据帧。在本申请实施例中，将以数据帧为 OTN 帧、业务帧为 OSU 帧为例进行描述。

当目标数据为 MAC 帧时，发送设备将 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区。66 比特码块流包括第一校验字段，或，66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段。当目标数据为第一 66 比特码块流时，发送设备将第二 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区，或，将第一 66 比特码块流和后一个 66 比特码块映射到数据帧的净荷区。当发送设备将第二 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区时，第二 66 比特码块流包括第一校验字段。当发送设备将第一 66 比特码块流和后一个 66 比特码块映射到数据帧的净荷区时，后一个 66 比特码块包括第一校验字段。图 13 为本申请实施例提供的 66 比特码块流直接映射到 OTN 帧的示意图。如图 13 所示，发送设备将 66 比特码块流 1301 映射到 OTN 帧 1302。关于 66 比特码块流 1301 的描述，可以参考前述图 5、图 7-图 12d 中任一图中的描述。OTN 帧 1302 为一种光传送网帧的示意。OTN 帧 1302 为 4 行多列的结构。OTN 帧 1302 包括开销区、净荷区和前向纠错 (forward error correction, FEC) 区域。应理解，OTN 帧 1302 仅是一个示例。其他变形的 OTN 帧也适用于本申请。例如，不包含 FEC 区域的 OTN 帧。又如，行数和列数跟 OTN 帧 1302 不同的帧结构。

图 14 为本申请实施例提供的 66 比特码块流间接映射到 OTN 帧的示意图。如图 14 所示，发送设备先将 66 比特码块流 1301 映射到一个或多个 OSU 帧 1401 的净荷区。OSU 帧 1401 包括开销区和净荷区。其中，OSU 帧 1401 的开销区用于承载开销信息。开销信息包括一个或多个开销字段。OSU 帧 1401 的净荷区用于承载业务数据，例如 66 比特码块流。应理解，图 14 所示的 OSU 帧结构仅是一个示例。在其他具体实现中，OSU 帧还可以为包括开销子帧和净荷子帧的数据结构。对此，本申请不做限定。在将 66 比特码块流 1301 映射到一个或多个 OSU 帧 1401 的净荷区后，发送设备将一个或多个 OSU 帧 1401 映射到 OTN 帧 1302。关于 OTN 帧 1302 的描述，可以参考图 13 的描述。

在步骤 404 中，发送设备发送数据帧。

发送设备将数据帧的电信号转换为光信号。发送设备通过光纤和接收设备相连。发送设备通过光纤向接收设备传输数据帧的光信号。接收设备可以为另一个 OTN 设备或 MTN 设备等。

根据图 4 可知, 多个 D1 数据编码块用于承载 MAC 帧 1 中剩余字段的内容。在实际应用中, S1 控制编码块和多个 D1 数据编码块可以用于承载 MAC 帧 1 中剩余字段的内容。剩余字段可以包括 DA 字段、SA 字段、类型字段、数据字段和 FCS 字段。并且, S1 控制编码块的部分空间可以用于承载第一校验字段 1, S1 控制编码块的另一部分空间和多个 D1 数据编码块可以用于承载剩余字段的内容。

5 应理解, 通过 S1 控制编码块承载第一校验字段 1 只是本申请实施例提供的一个示例。在实际应用中, 发送设备也可以通过 D1 数据编码块或 T1 控制编码块承载第一校验字段 1。

根据图 4 可知, 目标数据可以为 66 比特码块流或 MAC 帧。图 15 为本申请实施例提供的数据处理方法的第二个流程示意图。如图 15 所示, 当目标数据为 66 比特码块流时, 数据处理方法包括以下步骤。

在步骤 1501 中, 发送设备获取一个 MAC 帧的第一 66 比特码块流。

10 在步骤 1502 中, 发送设备根据第一 66 比特码块流得到第一校验字段, 第一校验字段用于校验第一 66 比特码块流。

在步骤 1503 中, 发送设备根据第一 66 比特码块流和第一校验字段得到第二 66 比特码块流, 或, 在第一 66 比特码块流的后一个 66 比特码块中添加第一校验字段。

15 在步骤 1504 中, 发送设备将第二 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区, 或, 将第一 66 比特码块流和后一个 66 比特码块映射到数据帧的净荷区。

在步骤 1505 中, 发送设备发送数据帧。

图 16 为本申请实施例提供的数据处理方法的第三个流程示意图。如图 16 所示, 当目标数据为 MAC 帧时, 数据处理方法包括以下步骤。

在步骤 1601 中, 发送设备获取一个 MAC 帧。

20 发送设备可以从客户设备接收 MAC 帧。或者, 发送设备从客户设备接收 66 比特码块流。发送设备将 66 比特码块流解码为 MAC 帧。或者, 发送设备根据需要发送的数据生成 MAC 帧。MAC 帧包括 FCS 字段。

在步骤 1602 中, 发送设备根据 MAC 帧得到第一校验字段, 第一校验字段用于校验 MAC 帧。

25 第一校验字段不是 FCS 字段。FCS 序列字段用于校验 DA 字段、SA 字段、类型字段和 DA 字段。第一校验字段和 FCS 字段的校验对象可以不同。例如, 第一校验字段用于校验 DA 字段、SA 字段、类型字段、DA 字段和 FCS 字段。

在步骤 1603 中, 发送设备将 MAC 帧编码为 66 比特码块流, 66 比特码块流包括第一校验字段, 或, 66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段。

在步骤 1604 中, 发送设备将 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区。

在步骤 1605 中, 发送设备发送数据帧。

30 应理解, 关于图 15 或图 16 的描述, 图 4 的描述存在相似的之处。因此, 关于图 15 或图 16 的描述, 可以参考图 4 的描述。例如, 关于步骤 1501 的描述, 可以参考步骤 401 的描述。又如, 关于步骤 1503 的描述, 可以参考步骤 403 的描述。类似地, 关于图 15 或图 16 的描述, 也可以参考图 4 的描述。例如, 第一校验字段不是 FCS 字段。

35 根据前述图 4、图 15 或图 16 的描述可知, 发送设备用于向接收设备发送数据帧。因此, 接收设备可以接收数据帧, 并根据数据帧中的第一校验字段校验 MAC 帧或 66 比特码块流。图 17 为本申请实施例提供的数据处理方法的第四个流程示意图。如图 17 所示, 数据处理方法包括以下步骤。

在步骤 1701 中, 接收设备获取数据帧。

接收设备可以为 OTN 设备或 MTN 设备等。接收设备通过光纤和发送设备相连。接收设备通过光纤从发送设备接收数据帧的光信号, 将数据帧的光信号转换为数据帧的电信号。

40 在步骤 1702 中, 接收设备从数据帧的净荷区中提取 66 比特码块流, 66 比特码块流包括第一校验字段, 或, 66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段。

提取是映射的逆过程。接收设备从数据帧的净荷区中提取 66 比特码块流。具体地, 接收设备从数据帧的净荷区中提取业务帧, 再从业务帧的净荷区中提取 66 比特码块流。或者, 接收设备直接从数据帧的净荷区中提取 66 比特码块流。

45 在步骤 1703 中, 接收设备通过第一校验字段校验 66 比特码块流对应的 MAC 帧或 66 比特码块流。

根据前述图 4 的描述可知, 目标数据可以为 66 比特码块流或 MAC 帧。当目标数据为 66 比特码块流

时,接收设备根据第一校验字段校验 66 比特码块流。当目标数据为 MAC 帧时,接收设备用于将 66 比特码块流解码为 MAC 帧,再根据第一校验字段校验 MAC 帧。

若 66 比特码块流未通过第一校验字段的校验,则接收设备可以将 66 比特码块流中 T 控制编码块的 SYNC 字段修改为 11 或 00。例如,对于图 7 中的 66 比特码块流 701。若第一 66 比特码块流未通过第一校验字段 1 的校验,则接收设备将 T1 控制编码块的 SYNC 字段修改为 11 或 00。类似地,若第三 66 比特码块流未通过第一校验字段 2 的校验,则接收设备将 T2 控制编码块的 SYNC 字段修改为 11 或 00。根据前述图 3 的描述可知,T 控制编码块中正确的 SYNC 字段为 10。在后续的处理中,接收设备可以根据 SYNC 字段中的错误内容将 66 比特码块流识别为错误的码块流,从而丢弃 66 比特码块流。

接收设备还可以向其它设备传输数据帧。在接收设备向其它设备传输数据帧之前,接收设备可以修改 66 比特码块流或 66 比特码块流的后一个 66 比特码块。具体地,当第一校验字段位于 66 比特码块流时,接收设备修改 66 比特码块流。当第一校验字段位于 66 比特码块流的后一个 66 比特码块时,接收设备修改 66 比特码块流的后一个 66 比特码块。下面对此分别进行描述。

当第一校验字段位于 66 比特码块流中的 S 控制编码块时,接收设备将第一校验字段替换为 MAC 帧中前导码字段的内容,得到修改后的 66 比特码块流。例如,在图 7 中,S1 控制编码块包括第一校验字段 1。接收设备将第一校验字段 1 替换为前导码字段。

当后一个 66 比特码块为 S 控制编码块时,接收设备将第一校验字段替换为 MAC 帧中前导码字段的内容。例如,在图 7 中,S2 控制编码块包括第一校验字段 1。接收设备将第一校验字段 1 替换为前导码字段。当后一个 66 比特码块为 I 控制编码块时,接收设备将第一校验字段中的内容修改为 0。例如,在图 8 中,I1 控制编码块包括第一校验字段 1。接收设备将第一校验字段 1 中的内容修改为 0。当后一个 66 比特码块为自定义控制编码块时,接收设备删除自定义控制编码块。例如,在图 10 中,Z1 控制编码块包括第一校验字段 1。Z2 控制编码块包括第一校验字段 2。接收设备删除 Z1 控制编码块和 Z2 控制编码块。

经过上述修改,接收设备可以得到修改后的 66 比特码块流或修改后的后一个 66 比特码块。接收设备将修改后的 66 比特码块流或修改后的后一个 66 比特码块映射到数据帧的净荷区,向其它设备传输数据帧。关于接收设备将修改后的 66 比特码块流映射到数据帧的描述,可以参考图 4 中发送设备将 66 比特码块流映射到数据帧的描述。例如,接收设备先将修改后的 66 比特码块流映射到业务帧的净荷区,再将业务帧映射到数据帧的净荷区。

应理解,关于图 17 的描述,和前述图 4、图 15 或图 16 的描述存在相似之处。因此,关于图 17 的描述,可以参考前述图 4、图 15 或图 16 的描述。例如,66 比特码块流或 66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第二校验字段。接收设备根据第二校验字段校验第一校验字段。又如,第一校验字段包括第一子字段和第二子字段。第一子字段用于校验 66 比特码块流的长度。第二子字段用于校验 66 比特码块流的内容。又如,第一校验字段不是 FCS 字段。

前面对本申请中提供的数据处理方法进行描述,下面对本申请提供的发送装置、接收装置、发送设备和接收设备进行描述。

图 18 为本申请实施例提供的发送装置的结构示意图。如图 18 所示,发送装置 1800 包括获取模块 1801、处理模块 1802、映射模块 1803 和发送模块 1804。获取模块 1801 用于获取一个 MAC 帧的 66 比特码块流。处理模块 1802 用于根据目标数据得到第一校验字段。第一校验字段用于校验目标数据。目标数据为 MAC 帧或 66 比特码块流。66 比特码块流包括第一校验字段。或,66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段。映射模块 1803 用于将 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区。数据帧可以为 OTN 帧、灵活以太网 (flexible ethernet, FlexE) 帧或 MTN 帧。发送模块 1804 用于发送数据帧。

应理解,关于发送装置 1800 的描述,和前述图 4、图 15 或图 16 中对数据处理方法的描述存在相似之处。因此,关于发送装置 1800 的描述,可以参考前述图 4、图 15 或图 16 的描述。例如,映射模块 1803 用于将 66 比特码块流映射到业务帧,将业务帧映射到数据帧的净荷区。又如,获取模块 1801 用于从另一设备接收 66 比特码块流。又如,第一校验字段不是 FCS 字段。

图 19 为本申请实施例提供的接收装置的结构示意图。如图 19 所示,接收装置 1900 包括接收模块 1901、提取模块 1902 和校验模块 1903。接收模块 1901 用于接收数据帧。提取模块 1902 用于从数据帧

的净荷区中提取 66 比特码块流。66 比特码块流包括第一校验字段。或, 66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段。校验模块 1903 用于通过第一校验字段校验 66 比特码块流对应的 MAC 帧或 66 比特码块流。

应理解, 关于接收装置 1900 的描述, 和前述图 4、图 15、图 16 或图 17 中对数据处理方法的描述存在相似之处。因此, 关于接收装置 1900 的描述, 可以参考前述图 4、图 15、图 16 或图 17 的描述。例如, 校验模块 1903 还用于通过第二校验字段校验第一校验字段。又如, 发送装置还包括修改模块和发送模块。修改模块用于修改后一个 66 比特码块。在修改后一个 66 比特码块后, 发送模块用于向其它设备发送后一个 66 比特码块。又如, 第一校验字段不是 FCS 字段。

图 20 为本申请实施例提供的通信设备的结构示意图。通信设备可以为发送设备或接收设备。如图 20 所示, 通信设备 2000 包括处理器 2001 和收发器 2002。处理器 2001 可以是中央处理器 (central processing unit, CPU), 网络处理器 (network processor, NP) 或者 CPU 和 NP 的组合。处理器 2001 还可以进一步包括硬件芯片或其他通用处理器。上述硬件芯片可以是专用集成电路 (application specific integrated circuit, ASIC), 可编程逻辑器件 (programmable logic device, PLD) 或其组合。收发器 2002 可以是光收发器。

当通信设备 2000 为发送设备时, 处理器 2001 用于获取 MAC 帧的 66 比特码块流。处理器 2001 用于根据目标数据得到第一校验字段。第一校验字段用于校验目标数据。目标数据为 MAC 帧或 66 比特码块流。66 比特码块流包括第一校验字段。或, 66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段。映射模块 1803 用于将 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区。收发器 2002 用于发送数据帧。

当通信设备 2000 为接收设备时, 收发器 2002 用于接收数据帧。处理器 2001 用于从数据帧的净荷区中提取 66 比特码块流。66 比特码块流包括第一校验字段。或, 66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段。处理器 2001 用于通过第一校验字段校验 66 比特码块流对应的 MAC 帧或 66 比特码块流。

在其它实施例中, 通信设备 2000 还可以包括存储器 2003。存储器 2003 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)、或闪存等。易失性存储器可以是随机存取存储器 (random access memory, RAM)。存储器 2003 可以用于 MAC 帧或 66 比特码块流。

应理解, 关于通信设备 2000 的描述, 和前述图 4、图 15、图 16 或图 17 中对数据处理方法的描述存在相似之处。因此, 关于通信设备 2000 的描述, 可以参考前述图 4、图 15、图 16 或图 17 的描述。例如, 66 比特码块流或 66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第二校验字段。又如, 第一校验字段包括第一子字段和第二子字段。又如, 第一校验字段不是 FCS 字段。

本申请还提供了一种通信系统。图 21 为本申请实施例提供的通信系统的结构示意图。如图 21 所示, 通信系统 2100 包括发送设备 2101 和接收设备 2102。发送设备 2101 用于获取 MAC 帧的 66 比特码块流。MAC 帧包括 FCS 字段。发送设备 2101 用于根据目标数据得到第一校验字段。目标数据为 MAC 帧或 66 比特码块流。66 比特码块流包括第一校验字段。或, 66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段。发送设备 2101 用于将 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区。发送设备 2101 向接收设备 2102 发送数据帧。接收设备 2102 用于: 接收数据帧, 从数据帧的净荷区中提取 66 比特码块流, 并通过第一校验字段校验 66 比特码块流对应的 MAC 帧或 66 比特码块流。

应理解, 关于发送设备 2101 的描述, 和前述图 4、图 15 或图 16 中对数据处理方法的描述存在相似之处。因此, 关于发送设备 2101 的描述, 可以参考前述图 4、图 15 或图 16 的描述。类似地, 关于接收设备 2102 的描述, 和前述图 17 中对数据处理方法的描述存在相似之处。因此, 关于接收设备 2102 的描述, 可以参考前述图 17 的描述。

本申请实施例还提供了一种数据帧。数据帧包括净荷区和开销区。净荷区包括 66 比特码块流。66 比特码块流包括第一校验字段。或, 66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段。第一校验字段用于校验 66 比特码块流对应的 MAC 帧或 66 比特码块流。

应理解, 关于数据帧的描述, 前述图 4、图 15 或图 16 中对数据帧的描述存在相似之处。因此, 关

于数据帧的描述，可以参考前述图 4、图 15 或图 16 的描述。例如，MAC 帧包括 FCS 字段。第一校验字段不是 FCS 字段。又如，数据帧为 OSU 帧、OTN 帧、FlexE 帧或 MTN 帧。

以上，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。

权 利 要 求 书

1. 一种数据处理方法，其特征在于，包括：
获取一个介质访问控制 MAC 帧的第一 66 比特码块流；
根据所述第一 66 比特码块流得到第一校验字段，所述第一校验字段用于校验所述第一 66 比特码块
5 流；
在所述第一 66 比特码块流的后一个 66 比特码块中添加所述第一校验字段；
将所述后一个 66 比特码块映射到所述数据帧的净荷区；
发送所述数据帧。
2. 根据权利要求 1 所述的数据处理方法，其特征在于，所述后一个 66 比特码块为 S 控制编码块、I
10 控制编码块或自定义控制编码块。
3. 根据权利要求 2 所述的数据处理方法，其特征在于，所述自定义控制编码块的控制块类型字段取
值为 0x00。
4. 根据权利要求 1 所述的数据处理方法，其特征在于，
所述第二 66 比特码块流中的 S 控制编码块用于承载所述第一校验字段。
- 15 5. 根据权利要求 1 至 4 中任意一项所述的数据处理方法，其特征在于，所述第一校验字段包括第一
子字段和第二子字段，其中：
所述第一子字段用于校验所述 66 比特码块流的长度；
所述第二子字段用于校验所述 66 比特码块流的内容。
6. 根据权利要求 5 所述的数据处理方法，其特征在于，所述第一子字段用于指示所述 66 比特码块
20 流包括的 66 比特编码块的数量。
7. 根据权利要求 5 或 6 所述的数据处理方法，其特征在于，所述第一子字段的大小为 2 字节。
8. 根据权利要求 5 至 7 中任意一项所述的数据处理方法，其特征在于，所述第二子字段的大小为 4
字节。
9. 根据权利要求 1 至 8 中任意一项所述的数据处理方法，其特征在于，所述后一个 66 比特码块还
25 包括所述第二校验字段，所述第二校验字段用于校验所述第一校验字段。
10. 根据权利要求 9 所述的数据处理方法，其特征在于，所述第二校验字段的大小为 1 字节。
11. 根据权利要求 1 至 10 中任意一项所述的数据处理方法，其特征在于，
将所述第二 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区包括：将所述第二 66 比特码块流映射到业务
帧，将所述业务帧映射到所述数据帧的净荷区。
- 30 12. 一种数据处理方法，其特征在于，包括：
获取一个介质访问控制 MAC 帧；
根据所述 MAC 帧得到第一校验字段，所述第一校验字段用于校验所述 MAC 帧，所述 MAC 帧包括帧校
验序列 FCS 字段；
将所述 MAC 帧编码为 66 比特码块流，所述 66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一校验字段；
35 将所述 66 比特码块流映射到数据帧的净荷区；
发送所述数据帧。
13. 一种数据处理方法，其特征在于，包括：
接收数据帧；
从所述数据帧的净荷区中提取 66 比特码块流，所述 66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括第一
40 校验字段；
通过所述第一校验字段校验所述 66 比特码块流。
14. 根据权利要求 13 所述的数据处理方法，其特征在于，
所述 66 比特码块流包括第一校验字段包括：所述 66 比特码块流中的 S 控制编码块包括所述第一校
验字段；
45 所述方法还包括：

将所述第一校验字段替换为介质访问控制 MAC 帧中前导码字段的内容，得到修改后的 66 比特码块流；

输出所述修改后的 66 比特码块流。

15. 根据权利要求 14 所述的数据处理方法，其特征在于，所述 66 比特码块流的后一个 66 比特码块包括所述第一校验字段，所述方法还包括：

修改所述后一个 66 比特码块。

16. 根据权利要求 15 所述的数据处理方法，其特征在于，所述后一个 66 比特码块为 S 控制编码块；所述修改所述后一个 66 比特码块包括：将所述第一校验字段替换为 MAC 帧中前导码字段的内容。

17. 根据权利要求 15 所述的数据处理方法，其特征在于，所述后一个 66 比特码块为 I 控制编码块；所述修改所述后一个 66 比特码块包括：将所述第一校验字段中的内容修改为 0。

18. 根据权利要求 15 所述的数据处理方法，其特征在于，所述后一个 66 比特码块为自定义控制编码块；

所述修改所述后一个 66 比特码块包括：删除所述自定义控制编码块。

19. 根据权利要求 13 至 18 中任意一项至所述的数据处理方法，其特征在于，所述方法还包括：

15 若所述 66 比特码块流未通过所述第一校验字段的校验，则将所述 66 比特码块流中 T 控制编码块的同步字段修改为 11 或 00。

20. 根据权利要求 13 至 19 中任意一项所述的数据处理方法，其特征在于，所述后一个 66 比特码块还包括所述第二校验字段，所述方法还包括：

通过所述第二校验字段校验所述第一校验字段。

20 21. 一种发送装置，其特征在于，包括获取模块、处理模块、映射模块和发送模块，所述发送装置中的模块用于执行前述权利要求 1 至 12 中任意一项所述的方法。

22. 一种接收装置，其特征在于，包括接收模块、提取模块和校验模块，所述接收装置中的模块用于执行前述权利要求 13 至 20 中任意一项所述的方法。

23. 一种发送设备，其特征在于，处理器和收发器，其中：

25 所述处理器用于执行前述权利要求 1 至 12 中任意一项所述的方法，以得到数据帧；

所述收发器用于发送所述数据帧。

24. 一种接收设备，其特征在于，包括处理器和收发器，其中：

所述收发器用于接收数据帧；

所述处理器用于执行前述权利要求 13 至 20 中任意一项所述的方法。

30 25. 一种通信系统，其特征在于，包括前述权利要求 23 所述的发送设备和权利要求 24 所述的接收设备。