

一种通信方法、模型训练的方法及相应装置

技术领域

本申请涉及通信技术领域，具体涉及一种通信方法、模型训练的方法及相应装置。

5 背景技术

基于神经网络的发送机和接收机可用于物理层信号处理，如：符号的调制和解调、信道的编码和译码、导频和信道估计、信道状态信息的压缩和重建等。

发送机和接收机的神经网络通常联合进行优化，以达到最佳性能。但是不同厂商或设备间需要通信时，一端训练的发送机/接收机需要适配另一端训练的接收机/发送机，而各
10 厂商独立训练的发送机/接收机的模型之间无法直接进行通信。

因此，如何在不开公开各厂商发送机/接收机的模型的前提下，实现不同厂商的发送机和接收机的通信成了亟待解决的问题。

发明内容

本申请提供一种通信方法，用于通过调整模型使不同厂商的发送机和接收机通信。本
15 申请还提供了模型训练的方法、相应通信装置、计算机可读存储介质，以及计算机程序产品等。

本申请第一方面提供一种通信方法，包括：第一装置根据来自第二装置的第一信息确定第一调整模型，第一调整模型与第一发送机的信息和第二接收机的信息相关联，或者，第一调整模型与第一接收机的信息和第二发送机的信息相关联，其中，第一发送机和第一
20 接收机与第一装置对应，第二接收机和第二发送机与第二装置对应；第一装置基于第一发送机和第一调整模型与第二装置的第二接收机通信；或者，第一装置基于第一接收机和第一调整模型与第二装置的第二发送机通信。

本申请中，第一装置和第二装置可以是设备，也可以是设备中的芯片（系统）。当第一装置或第二装置是设备时，第一装置可以是终端设备，第二装置可以是网络设备或者终端设备；或者，第一装置可以是网络设备，第二装置可以是终端设备或者网络设备。当第一装置或第二装置是芯片（系统）时，第一装置可以是终端设备中的芯片（系统），第二装置可以是网络设备或者终端设备中的芯片（系统）；或者，第一装置可以是网络设备中的芯片（系统），第二装置可以是终端设备或者网络设备中的芯片（系统）。

本申请中，第一信息可以是第一调整模型的标识或者可以用来确定第一调整模型的关联信息。第一调整模型可以以模块/单元的形式设置于第一装置中，也可以独立于第一装置设置。
30

本申请中，第一调整模型可以与第一发送机对应，也可以与第一接收机对应，与第一发送机对应时的第一调整模型和与第一接收机对应时的第一调整模型可以不相同。

本申请中，第一发送机的信息可以是第一发送机的标识或者其他可以指示第一发送机的信息，第一调整模型与第一发送机的信息和第二接收机的信息相关联指的是，通过第一发送机的信息和第二接收机的信息可以确定（例如，查找得到、运算得到）第一调整模型。
35

-2-

同理，第一调整模型与第一接收机的信息和第二发送机的信息相关联指的通过第一接收机的信息和第二发送机的信息可以确定（例如，查找得到、运算得到）第一调整模型。

本申请中，第一发送机/第二发送机与第一接收机/第二接收机的功能可以是相对的，例如：第一发送机/第二发送机可以包括编码器，第一接收机/第二接收机可以包括解码器；或者，第一发送机/第二发送机可以包括调制器，第一接收机/第二接收机可以包括解调器；或者，第一发送机/第二发送机可以包括压缩单元，第一接收机/第二接收机可以包括解压压缩单元。

本申请中，若第一装置是终端设备或网络设备，那么第一接收机和第一发送机与第一装置对应指的是第一装置包含第一接收机和第一发送机。若第一装置是终端设备中的芯片（系统）或网络设备中的芯片（系统），那么第一接收机和第一发送机与第一装置对应指的是第一接收机和第一发送机与第一装置设置于同一个设备中，如都设置于终端设备或网络设备中。

上述第一方面中，第一装置可以确定第一调整模型，然后基于第一发送机和第一调整模型与第二装置的第二接收机通信，或者，基于第一接收机和第一调整模型与第二装置的第二发送机通信。这样，即使第一发送机与第二接收机，或者第一接收机与第二发送机是来自不同的厂商，没有进行联合训练，通过第一调整模型也可以实现第一装置和第二装置的通信。

在一种可能的实现方式中，第一装置基于第一发送机和第一调整模型与第二装置的第二接收机通信，包括：第一装置基于第一发送机处理待发送信号，再基于第一调整模型处理第一发送机处理后的信号；第一装置向第二装置发送第一调整模型处理后的信号。

本申请中出现的信号也可以表述为数据、符号或比特，只是表述方式不同，本质都是数据信号。

该种可能的实现方式中，第一发送机处理待发送信号(x)后，第一调整模型再对第一发送机处理后的信号($f_1(x)$)进行处理，然后再发送第一调整模型处理后的信号($t_1(f_1(x))$)，其中， f_1 可以表示第一发送机， t_1 表示第一调整模型，因为第二装置参与了第一调整模型的训练，所以第一调整模型处理后的信号第二接收机可以正确接收，从而实现了第一发送机与第二接收机的有效通信。

需要说明的是，上述第一发送机先处理待发送信号(x)，第一调整模型再处理第一发送机处理后的信号($f_1(x)$)只是一种可能的实现方式，还可以采用其他处理顺序，如：第一调整模型先处理待发送信号，然后第一发送机再处理第一调整模型处理后的信号，本申请对此不做限定。

在一种可能的实现方式中，第一装置基于第一接收机和第一调整模型与第二装置的第二发送机通信，包括：第一装置基于第一调整模型处理来自第二装置的第二发送机的信号；第一装置基于第一接收机处理第一调整模型处理后的信号。

该种可能的实现方式中，第一调整模型处理来自第二装置的第二发送机的信号($f_2(x)$)得到 $t_1(f_2(x))$ ，第一接收机处理 $t_1(f_2(x))$ 得到 $g_1(t_1(f_2(x)))$ ，其中， g_1 表示第一接收机， f_2 表示第二发送机。因为第二装置参与了第一调整模型的训练，所以第一调整模型处

-3-

理后的信号第一接收机可以正确接收，从而实现了第二发送机与第一接收机的有效通信。

需要说明的是，上述第一调整模型先处理第二发送机发送的信号($f_2(x)$)，然后第一接收机再处理第一调整模型处理后的信号($t_1(f_2(x))$)只是一种可能的实现方式，还可以采用其他处理顺序，如：第一接收机先处理第二发送机发送的信号，然后第一调整模型再处理第一接收机处理后的信号，本申请对此不做限定。

在一种可能的实现方式中，第一信息包括第一调整模型的标识，第一调整模型的标识用于确定第一调整模型。

该种可能的实现方式中，若第二装置已经确定了与第一装置通信的第一调整模型的标识，则可以向第一装置反馈该第一调整模型的标识，从而使第一装置快速的确定第一调整模型。

在一种可能的实现方式中，第一信息包括第二接收机的标识或者第二发送机的标识；第二接收机的标识或者第二发送机的标识用于确定第一调整模型的标识。

该种可能的实现方式中，若第二装置向第一装置反馈了与第一发送机通信的第二接收机的标识，则第一装置需要根据第一发送机的标识和第二接收机的标识查找第一调整模型的标识，进而确定第一调整模型。若第二装置向第一装置反馈了与第一接收机通信的第二发送机的标识，则第一装置需要根据第一接收机的标识和第二发送机的标识查找第一调整模型的标识，进而确定第一调整模型。该种方式增加了第一信息反馈形式的多样性。

在一种可能的实现方式中，第一调整模型的标识是第一装置根据第一发送机的标识和第二接收机的标识从第一标识组中确定的，第一标识组包括第一发送机的标识、第二接收机的标识，以及第一调整模型的标识；或者，第一调整模型的标识是第一装置根据第一接收机的标识和第二发送机的标识从第二标识组中确定的，第二标识组包括第二发送机的标识、第一接收机的标识，以及第一调整模型的标识。

该种可能的实现方式中，第一装置和第二装置中都可以维护第一标识组和第二标识组，第一标识组和第二标识组中都可以维护三个标识，如：标识组(Tx01、M01、Re02)表示标识是Tx01的发送机和标识是Re02的接收机通信相关的第一调整模型的标识是M01。无论是第一装置还是第二装置通过标识组可以快速查找到用于两个装置对应的发送机和接收机通信应使用的调整模型，从而提高了通信效率。

在一种可能的实现方式中，第一装置根据来自第二装置的第一信息确定第一调整模型之前，该方法还包括：第一装置根据第一训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第一训练目标用于指示降低第一信号与第二信号的误差，第一信号为第一发送机对第三信号处理后再由参与训练的神经网络模型处理后得到的信号，第二信号为第二发送机对第三信号处理后得到的信号，第三信号为源信号。

该种可能的实现方式中，源信号(x)可以理解为是在被第一发送机和第一调整模型处理前的信号，该源信号(x)可以是第一装置提供的，也可以是从其他途径获取的，本申请对此不做限定。第一信号为经过第一发送机处理后再经过参与训练的神经网络模型(训练完成前的第一调整模型)处理后得到的信号($t_1(f_1(x))$)，第二信号为第二发送机对第三信号处理得到的信号($f_2(x)$)。该第一训练目标可以理解为使第一信号和第二信号尽量接近，或

-4-

者使第一信号和第二信号的误差尽量的小。也就是经过第一发送机和第一调整模型联合处理后的信号($t_1(f_1(x))$)能与第二发送机对同一个源信号进行处理后得到的信号($f_2(x)$)尽量接近。因为第二接收机和第二发送机通常是经过联合训练的,所以第二发送机处理的数据第二接收机是可以正确接收的,若 $t_1(f_1(x))$ 与 $f_2(x)$ 尽量接近,第二接收机也是可以正确接收 $t_1(f_1(x))$ 的,所以,通过该训练过程可以使第一装置和第二装置正常通信。

5 在一种可能的实现方式中,第一装置根据来自第二装置的第一信息确定第一调整模型之前,该方法还包括:第一装置根据第二训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型,其中,第二训练目标用于指示根据第四信号降低参与训练的神经网络模型的损失函数,第四信号为第二接收机处理第五信号得到的信号,第五信号为第一发送机处理第六信号后再由参与训练的神经网络模型进行处理得到的信号,第六信号为源信号。

10 该种可能的实现方式中,源信号(x)可以理解为是在被第一发送机和第一调整模型处理前的信号,该源信号(x)可以是第一装置提供的,也可以是从其他途径获取的,本申请对此不做限定。第五信号为第一发送机处理源信号(x)后被第一调整模型处理后的信号($t_1(f_1(x))$),第四信号为第二接收机处理第五信号($t_1(f_1(x))$)得到的信号,该处理过程
15 可以包括先对第五信号($t_1(f_1(x))$)进行解码、解调等处理得到 $g_2(t_1(f_1(x)))$,再对 $g_2(t_1(f_1(x)))$ 计算损失函数 L ,如均方误差(mean square error, mse)($x, g_2(t_1(f_1(x)))$)或交叉熵(cross-entropy, CE)($x, g_2(t_1(f_1(x)))$),并进行求导得到梯度 $\partial L / \partial t_1(f_1(x))$,其中, g_2 可以表示第二接收机。第二训练目标可以理解为是第一装置根据第二装置反馈的梯度调整参与训练的神经网络模型的权重,使得损失函数尽量变小。这样训练得到的第一调整模型就可以使第一发送机和第二接收机正常通信。

20 上述第一训练目标和第二训练目标都是用于训练神经网络模型与第一发送机对应的场景,第一调整模型用 t_1 表示。

在一种可能的实现方式中,第一装置根据来自第二装置的第一信息确定第一调整模型之前,该方法还包括:第一装置根据第三训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型,
25 其中,第三训练目标用于指示降低第七信号与第八信号的误差,第七信号为第一接收机对参与训练的神经网络模型处理第九信号得到的信号再处理得到的信号,第九信号为第二发送机处理源信号得到的,第八信号为源信号或第二接收机处理第九信号得到的。

该种可能的实现方式中,源信号(x)可以理解为是在被第二发送机处理前的信号,该源信号(x)可以是第二装置提供的,也可以是从其他途径获取的,本申请对此不做限定。第九信号为第二发送机处理源信号(x)得到的信号($f_2(x)$),第七信号为第一接收机对第一调整模型处理第九信号得到的信号($t_1(f_2(x))$)再处理得到的信号($g_1(t_1(f_2(x)))$),第八信号为源信号或第二接收机处理第九信号得到的。该第三训练目标可以理解为是第七信号与第八信号尽量接近,或者使第七信号和第八信号的误差尽量小,也就是经过第一调整模型和第一接收机联合处理后的信号($g_1(t_1(f_2(x)))$)能与源信号(x)或第二接收机对信号($f_2(x)$)
30 的处理后的信号($g_2(f_2(x))$)尽量接近。这样,第一调整模型和第一接收机联合对第二发送机编码或调制的信号($f_2(x)$)的处理结果与第二发送机编码或调制前的信号(x)或第二接收机对该信号($f_2(x)$)的处理结果($g_2(f_2(x))$)基本一致。因为第二接收机和第二发送机通常

是经过联合训练的，所以第二发送机处理的数据第二接收机是可以正确接收的，若 $g1(t1(f2(x)))$ 与 x 或 $g2(f2(x))$ 尽量接近，第一接收机也是可以正确接收第二发送机发送的信号 $(f2(x))$ 的，所以，通过该训练过程可以使第一装置和第二装置正常通信。

需要说明的是，该种可能的实现方式中的第一调整模型与第一接收机对应，用 $t2$ 表示。

5 在一种可能的实现方式中，该方法还包括：所述第一装置向所述第二装置发送所述第一调整模型，所述第一调整模型用于所述第二装置确定用于所述第二发送机的第二调整模型。

10 该种可能的实现方式中，第一装置通过多次执行上述第一训练目标或第二训练目标的训练过程后得到第一调整模型，可以将该第一调整模型发送给第二装置，供第二装置推导出适用于第二发送机的第二调整模型。这样，第二装置就不需要再训练适用于第二发送机的调整模型，可以减少计算量，提高通信效率。

在一种可能的实现方式中，第二调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

15 该种可能的实现方式中，第二调整模型与第一调整模型是互逆的神经网络，这样可以降低第二调整模型获取的开销。

在一种可能的实现方式中，该方法还包括：第一装置向第二装置发送第一调整模型，第一调整模型用于第二装置确定用于第二接收机的第三调整模型。

20 该种可能的实现方式中，第一装置通过第三训练目标训练出适用于第一接收机的第一调整模型后，可以向第二装置发送该第一调整模型，供第二装置可以通过该第一调整模型推导出适用于第二接收机的第三调整模型。这样，第二装置就不需要再训练适用于第二接收机的调整模型，可以减少计算量，提高通信效率。

在一种可能的实现方式中，第三调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

25 该种可能的实现方式中，第三调整模型与第一调整模型是互逆的神经网络，这样可以降低第三调整模型获取的开销。

在一种可能的实现方式中，若第一调整模型有多个，且多个第一调整模型并联；并联的每个第一调整模型用于第一发送机与不同的第二接收机通信；或者，并联的每个第一调整模型用于第一接收机与不同的第二发送机通信。

30 该种可能的实现方式中，可以有多个并联的第一调整模型，这样，第一发送机或第一接收机就可以使用不同的第一调整模型与不同的第二接收机或第二发送机通信，从而提高了通信的灵活性。

在一种可能的实现方式中，若第一调整模型有多个，且多个第一调整模型串联；串联的至少两个直接连接的第一调整模型用于第一发送机与不同的第二接收机通信；或者，串联的至少两个直接连接的第一调整模型用于第一接收机与不同的第二发送机通信。

35 该种可能的实现方式中，可以有多个第一调整模型串联，这样，第一发送机或第一接收机可以使用一个或多个第一调整模型与不同的第二接收机或第二发送机通信，从而提高了通信的灵活性。

本申请第二方面提供一种模型训练的方法,包括:第一装置获取用于模型训练的信号,用于模型训练的信号包括第一信号和第二信号;其中,第一信号为第一发送机对第三信号处理后再由参与训练的神经网络模型处理后得到的信号,第二信号为第二发送机对第三信号处理后得到的信号,第三信号为源信号;第一装置根据第一训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型,其中,第一训练目标用于指示降低第一信号与第二信号的误差。

第二方面中,源信号(x)可以理解为是在被第一发送机和参与训练的神经网络模型(训练完成前的第一调整模型)处理前的信号,第一信号为经过第一发送机处理后再经过参与训练的神经网络模型处理后得到的信号($t_1(f_1(x))$),第二信号为第二发送机对第三信号处理得到的信号($f_2(x)$)。该第一训练目标可以理解为是使第一信号和第二信号尽量接近,或者使第一信号和第二信号的误差尽量的小。也就是经过第一发送机和第一调整模型联合处理后的信号($t_1(f_1(x))$)能与第二发送机对同一个源信号进行处理后得到的信号($f_2(x)$)尽量接近。因为第二接收机和第二发送机通常是经过联合训练的,所以第二发送机处理的数据第二接收机是可以正确接收的,若 $t_1(f_1(x))$ 与 $f_2(x)$ 尽量接近,第二接收机也是可以正确接收 $t_1(f_1(x))$ 的,所以,通过该训练过程可以使第一装置和第二装置正常通信。

一种可能的实现方式中,该方法还包括:第一装置向第二装置发送第一调整模型,第一调整模型用于第二装置确定用于第二发送机的第二调整模型。

该种可能的实现方式中,第一装置通过多次执行上述第一训练目标或第二训练目标的训练过程后得到第一调整模型,可以将该第一调整模型发送给第二装置,供第二装置推导出适用于第二发送机的第二调整模型。这样,第二装置就不需要再训练适用于第二发送机的调整模型,可以减少计算量,提高通信效率。

一种可能的实现方式中,该方法还包括:第二调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

该种可能的实现方式中,第二调整模型与第一调整模型是互逆的神经网络,这样,可以降低第二调整模型获取的开销。

本申请第三方面提供一种模型训练的方法,包括:第一装置获取用于模型训练的信号,用于模型训练的信号包括第四信号和第五信号;其中,第四信号为第二接收机处理第五信号得到的信号,第五信号为第一发送机处理第六信号后再由参与训练的神经网络模型进行处理得到的信号,第六信号为源信号;第一装置根据第二训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型,其中,第二训练目标用于指示根据第四信号降低参与训练的神经网络模型的损失函数。

上述第三方面中,源信号(x)可以理解为是在被第一发送机和第一调整模型处理前的信号,第五信号为第一发送机处理源信号(x)后被第一调整模型处理后的信号($t_1(f_1(x))$),第四信号为第二接收机处理第五信号($t_1(f_1(x))$)得到的信号,该处理过程可以包括先对第五信号($t_1(f_1(x))$)进行解码、解调等处理得到 $g_2(t_1(f_1(x)))$,再对 $g_2(t_1(f_1(x)))$ 计算损失函数 L ,如 $\text{mse}(x, g_2(t_1(f_1(x))))$ 或交叉熵 $\text{CE}(x, g_2(t_1(f_1(x))))$,并进行求导得到梯度 $\partial L / \partial t_1(f_1(x))$,其中, g_2 可以表示第二接收机。第二训练目标可以理解为是第一装置根据第二装置反馈的梯度调整参与训练的神经网络模型的权重,使得损失函数尽量变小。

这样训练得到的第一调整模型就可以使第一发送机和第二接收机正常通信。

一种可能的实现方式中，该方法还包括：第一装置向第二装置发送第一调整模型，第一调整模型用于第二装置确定用于第二发送机的第二调整模型。

5 该种可能的实现方式中，第一装置通过多次执行上述第一训练目标或第二训练目标的训练过程后得到第一调整模型，可以将该第一调整模型发送给第二装置，供第二装置推导出适用于第二发送机的第二调整模型。这样，第二装置就不需要再训练适用于第二发送机的调整模型，可以减少计算量，提高通信效率。

一种可能的实现方式中，该方法还包括：第二调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

10 该种可能的实现方式中，第二调整模型与第一调整模型是互逆的神经网络，这样，可以减少第二调整模型获取的开销。

本申请第四方面提供一种模型训练的方法，包括：第一装置获取用于模型训练的信号，用于模型训练的信号包括第七信号与第八信号；其中，第七信号为第一接收机对参与训练的神经网络模型处理第九信号得到的信号再处理得到的信号，第九信号为第二发送机处理源信号得到的，第八信号为源信号或第二接收机处理第九信号得到的；第一装置根据第三训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第三训练目标用于指示降低第七信号与第八信号的误差。

20 上述第四方面中，源信号(x)可以理解为是在被第二发送机处理前的信号，该源信号(x)可以是第二装置提供的，也可以是从其他途径获取的，本申请对此不做限定。第九信号为第二发送机处理地源信号(x)得到的信号($f_2(x)$)，第八信号为源信号(x)或第二接收机处理第九信号得到的信号($g_2(f_2(x))$)，第七信号为第一接收机对第一调整模型处理第九信号得到的信号($t_1(f_2(x))$)再处理得到的信号($g_1(t_1(f_2(x)))$)。该第三训练目标可以理解为是第七信号与第八信号尽量接近，或者使第七信号和第八信号的误差尽量小，也就是经过第一调整模型和第一接收机联合处理后的信号($g_1(t_1(f_2(x)))$)能与源信号(x)或第二接收机对信号($f_2(x)$)处理后的信号($g_2(f_2(x))$)尽量接近。这样，第一调整模型和第一接收机联合对第二发送机编码或调制的信号($f_2(x)$)的处理结果与第二发送机编码或调制前的信号(x)或第二接收机对该信号($f_2(x)$)的处理结果($g_2(f_2(x))$)基本一致。因为第二接收机和第二发送机通常是经过联合训练的，所以第二发送机处理的数据第二接收机是可以正确接收的，若 $g_1(t_1(f_2(x)))$ 与 x 或 $g_2(f_2(x))$ 尽量接近，第一接收机也是可以正确接收第二发送机发的信号($f_2(x)$)的，所以，通过该训练过程可以使第一装置和第二装置正常通信。

30 一种可能的实现方式中，第一装置向第二装置发送第一调整模型，第一调整模型用于第二装置确定用于第二接收机的第三调整模型。

该种可能的实现方式中，第一装置通过第三训练目标训练出适用于第一接收机的第一调整模型后，可以向第二装置发送该第一调整模型，供第二装置可以通过该第一调整模型推导出适用于第二接收机的第三调整模型。这样，第二装置就不需要再训练适用于第二接收机的调整模型，可以减少计算量，提高通信效率。

一种可能的实现方式中，第三调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神

经网络。

该种可能的实现方式中，第三调整模型与第一调整模型是互逆的神经网络，这样，可以降低第三调整模型获取的开销。

本申请第五方面提供一种通信装置，包括：

5 处理模块，用于根据来自第二装置的第一信息确定第一调整模型，第一调整模型与第一发送机的信息和第二接收机的信息相关联，或者，第一调整模型与第一接收机的信息和第二发送机的信息相关联，其中，第一发送机和第一接收机与第一装置对应，第二接收机和第二发送机与第二装置对应。

10 处理模块，还用于基于第一发送机和第一调整模型与第二装置的第二接收机通信；或者，第一装置基于第一接收机和第一调整模型与第二装置的第二发送机通信。

一种可能的实现方式中，处理模块，具体用于基于第一发送机处理待发送信号，再基于第一调整模型处理第一发送机处理后的信号。

15 所述通信装置还包括收发模块，用于向第二装置发送第一调整模型处理后的信号。该收发模块指的是具有收发功能的模块，具有发送机和接收机的功能，该收发模块可以包括第一发送机和第一接收机，或者该收发模块包括第一发送和第一接收机上的模块。

一种可能的实现方式中，处理模块，具体用于基于第一调整模型处理来自第二装置的第二发送机的信号，基于第一接收机处理第一调整模型处理后的信号。

一种可能的实现方式中，第一信息包括第一调整模型的标识，第一调整模型的标识用于确定第一调整模型。

20 一种可能的实现方式中，第一信息包括第二接收机的标识或者第二发送机的标识；第二接收机的标识或者第二发送机的标识用于确定第一调整模型的标识。

一种可能的实现方式中，第一调整模型的标识是第一装置根据第一发送机的标识和第二接收机的标识从第一标识组中确定的，第一标识组包括第一发送机的标识、第二接收机的标识，以及第一调整模型的标识；或者，第一调整模型的标识是第一装置根据第一接收机的标识和第二发送机的标识从第二标识组中确定的，第二标识组包括第二发送机的标识、第一接收机的标识，以及第一调整模型的标识。

25

一种可能的实现方式中，处理模块，还用于根据第一训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第一训练目标用于指示降低第一信号与第二信号的误差，第一信号为第一发送机对第三信号处理后再由参与训练的神经网络模型处理后得到的信号，第二信号为第二发送机对第三信号处理后得到的信号，第三信号为源信号。

30

一种可能的实现方式中，处理模块，还用于根据第二训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第二训练目标用于指示根据第四信号降低参与训练的神经网络模型的损失函数，第四信号为第二接收机处理第五信号得到的信号，第五信号为第一发送机处理第六信号后再由参与训练的神经网络模型进行处理得到的信号，第六信号为源信号。

35 一种可能的实现方式中，处理模块，还用于根据第三训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第三训练目标用于指示降低第七信号与第八信号的误差，第七信号为第一接收机对参与训练的神经网络模型处理第九信号得到的信号再处理得到的信号，第

九信号为第二发送机处理源信号得到的，第八信号为源信号或第二接收机处理第九信号得到的。

一种可能的实现方式中，收发模块，还用于向所述第二装置发送所述第一调整模型，所述第一调整模型用于所述第二装置确定用于所述第二发送机的第二调整模型。

5 一种可能的实现方式中，第二调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

一种可能的实现方式中，收发模块，还用于向第二装置发送第一调整模型，第一调整模型用于第二装置确定用于第二接收机的第三调整模型。

10 一种可能的实现方式中，第三调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

一种可能的实现方式中，若第一调整模型有多个，且多个第一调整模型并联；并联的每个第一调整模型用于第一发送机与不同的第二接收机通信；或者，并联的每个第一调整模型用于第一接收机与不同的第二发送机通信。

15 一种可能的实现方式中，若第一调整模型有多个，且多个第一调整模型串联；串联的至少两个直接连接的第一调整模型用于第一发送机与不同的第二接收机通信；或者，串联的至少两个直接连接的第一调整模型用于第一接收机与不同的第二发送机通信。

本申请第六方面提供一种通信装置，包括：

20 处理模块，用于获取用于模型训练的信号，用于模型训练的信号包括第一信号和第二信号；其中，第一信号为第一发送机对第三信号处理后再由参与训练的神经网络模型处理后得到的信号，第二信号为第二发送机对第三信号处理后得到的信号，第三信号为源信号；根据第一训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第一训练目标用于指示降低第一信号与第二信号的误差。

25 一种可能的实现方式中，所述通信装置还包括收发模块，用于向第二装置发送第一调整模型，第一调整模型用于第二装置确定用于第二发送机的第二调整模型。该收发模块指的是具有收发功能的模块，具有发送机和接收机的功能，该收发模块可以包括第一发送机和第一接收机，或者该收发模块包括第一发送和第一接收机上的模块。

一种可能的实现方式中，第二调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

本申请第七方面提供一种通信装置，包括：

30 处理模块，用于获取用于模型训练的信号，用于模型训练的信号包括第四信号和第五信号；其中，第四信号为第二接收机处理第五信号得到的信号，第五信号为第一发送机处理第六信号后再由参与训练的神经网络模型进行处理得到的信号，第六信号为源信号；根据第二训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第二训练目标用于指示根据第四信号降低参与训练的神经网络模型的损失函数。

35 一种可能的实现方式中，所述通信装置还包括收发模块，用于向第二装置发送第一调整模型，第一调整模型用于第二装置确定用于第二发送机的第二调整模型。该收发模块指的是具有收发功能的模块，具有发送机和接收机的功能，该收发模块可以包括第一发送机

和第一接收机，或者该收发模块包括第一发送和第一接收机上的模块。

一种可能的实现方式中，第二调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

本申请第八方面提供一种通信装置，包括：

- 5 处理模块，用于获取用于模型训练的信号，用于模型训练的信号包括第七信号与第八信号；其中，第七信号为第一接收机对参与训练的神经网络模型处理第九信号得到的信号再处理得到的信号，第九信号为第二发送机处理源信号得到的，第八信号为源信号或第二接收机处理第九信号得到的；根据第三训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第三训练目标用于指示降低第七信号与第八信号的误差。

- 10 一种可能的实现方式中，所述通信装置还包括收发模块，用于向第二装置发送第一调整模型，第一调整模型用于第二装置确定用于第二接收机的第三调整模型。该收发模块指的是具有收发功能的模块，具有发送机和接收机的功能，该收发模块可以包括第一发送机和第一接收机，或者该收发模块包括第一发送和第一接收机上的模块。

- 15 一种可能的实现方式中，第三调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

- 上述第五方面至第八方面所述的通信装置可以为设备或设备中的芯片（系统），作为示例，处理模块可以为处理器，收发模块可以为收发器或通信接口。可以理解的，该收发模块可以是所述通信装置中的收发器，例如通过所述通信装置中的天线、馈线和/或编解码器等实现，或者，如果通信装置为设置在设备中的芯片（系统），则收发模块可以是该芯片（系统）的输入/输出接口，例如输入/输出电路、管脚等。

- 20 本申请第九方面提供一种通信装置，该通信装置包括处理器。该处理器用于调用并运行存储器中存储的计算机程序，使得处理器实现如第一方面或第一方面中的任意一种实现方式。

 可选的，该通信装置还包括收发器；该处理器还用于控制该收发器收发信号。

- 25 可选的，该通信装置包括存储器，该存储器中存储有计算机程序。

 本申请第十方面提供一种通信装置，该通信装置包括处理器。该处理器用于调用并运行存储器中存储的计算机程序，使得处理器实现如第二方面或第二方面中的任意一种实现方式。

 可选的，该通信装置还包括收发器；该处理器还用于控制该收发器收发信号。

- 30 可选的，该通信装置包括存储器，该存储器中存储有计算机程序。

 本申请第十一方面提供一种通信装置，该通信装置包括处理器。该处理器用于调用并运行存储器中存储的计算机程序，使得处理器实现如第三方面或第三方面中的任意一种实现方式。

 可选的，该通信装置还包括收发器；该处理器还用于控制该收发器收发信号。

- 35 可选的，该通信装置包括存储器，该存储器中存储有计算机程序。

 本申请第十二方面提供一种通信装置，该通信装置包括处理器。该处理器用于调用并运行存储器中存储的计算机程序，使得处理器实现如第四方面或第四方面中的任意一种实

现方式。

可选的，该通信装置还包括收发器；该处理器还用于控制该收发器收发信号。

可选的，该通信装置包括存储器，该存储器中存储有计算机程序。

上述第九方面至第十二方面所述的通信装置可以为设备或设备中的芯片（系统）。

- 5 本申请第十三方面提供一种包括指令的计算机程序产品，其特征在于，当其在计算机上运行时，使得该计算机执行如第一方面或第一方面中的任意一种实现方式。

本申请第十四方面提供一种包括指令的计算机程序产品，其特征在于，当其在计算机上运行时，使得该计算机执行如第二方面或第二方面中的任意一种实现方式。

- 10 本申请第十五方面提供一种包括指令的计算机程序产品，其特征在于，当其在计算机上运行时，使得该计算机执行如第三方面或第三方面中的任意一种实现方式。

本申请第十六方面提供一种包括指令的计算机程序产品，其特征在于，当其在计算机上运行时，使得该计算机执行如第四方面或第四方面中的任意一种实现方式。

本申请第十七方面提供一种计算机可读存储介质，包括计算机指令，当该计算机指令在计算机上运行时，使得计算机执行如第一方面或第一方面中的任意一种实现方式。

- 15 本申请第十八方面提供一种计算机可读存储介质，包括计算机指令，当该计算机指令在计算机上运行时，使得计算机执行如第二方面或第二方面中的任意一种实现方式。

本申请第十九方面提供一种计算机可读存储介质，包括计算机指令，当该计算机指令在计算机上运行时，使得计算机执行如第三方面或第三方面中的任意一种实现方式。

- 20 本申请第二十方面提供一种计算机可读存储介质，包括计算机指令，当该计算机指令在计算机上运行时，使得计算机执行如第四方面或第四方面中的任意一种实现方式。

本申请第二十一方面提供一种芯片装置，包括处理器，用于与存储器相连，调用该存储器中存储的程序，以使得该处理器执行上述第一方面或第一方面中的任意一种实现方式。

本申请第二十二方面提供一种芯片装置，包括处理器，用于与存储器相连，调用该存储器中存储的程序，以使得该处理器执行上述第二方面或第二方面中的任意一种实现方式。

- 25 本申请第二十三方面提供一种芯片装置，包括处理器，用于与存储器相连，调用该存储器中存储的程序，以使得该处理器执行上述第三方面或第三方面中的任意一种实现方式。

本申请第二十四方面提供一种芯片装置，包括处理器，用于与存储器相连，调用该存储器中存储的程序，以使得该处理器执行上述第四方面或第四方面中的任意一种实现方式。

- 30 本申请第二十五方面提供一种通信系统，该通信系统包括第一装置和第二装置，第一装置与第二装置通信连接，该第一装置可以为上述第五方面、第六方面、第七方面、第八方面或其中任意一种实现方式所述的通信装置。

关于上述第五方面和第五方面任意一种实现方式的技术效果，以及第九、十三、十七和二十一的技术效果，可以参阅前面第一方面和第一方面任意一种实现方式的技术效果进行理解。

- 35 上述第六方面和第六方面任意一种实现方式的技术效果，以及第十、十四、十八和二十二方面的技术效果，可以参阅前面第二方面和第二方面任意一种实现方式的技术效果进行理解。

上述第七方面和第七方面任意一种实现方式的技术效果，以及第十一、十五、十九和二十三方面的技术效果，可以参阅前面第三方面和第三方面任意一种实现方式的技术效果进行理解。

5 上述第八方面和第八方面任意一种实现方式的技术效果，以及第十二、十六、二十和二十四方面的技术效果，可以参阅前面第四方面和第四方面任意一种实现方式的技术效果进行理解。

附图说明

10 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本申请实施例提供的通信系统的一架构示意图；

图 2 是本申请实施例提供的通信系统的另一架构示意图；

图 3A 是本申请实施例提供的通信系统的另一架构示意图；

图 3B 是本申请实施例提供的通信系统的另一架构示意图；

15 图 4A 是本申请实施例提供的模型训练的方法的一实施例示意图；

图 4B 是本申请实施例提供的模型训练的方法的另一实施例示意图；

图 4C 是本申请实施例提供的模型训练的方法的另一实施例示意图；

图 5A 是本申请实施例提供的可逆函数的一示例示意图；

图 5B 是本申请实施例提供的可逆函数的另一示例示意图；

20 图 5C 是本申请实施例提供的可逆函数的另一示例示意图；

图 6A 是本申请实施例提供的通信方法的一实施例示意图；

图 6B 是本申请实施例提供的通信方法的另一实施例示意图；

图 7A 是本申请实施例提供的通信系统的另一架构示意图；

图 7B 是本申请实施例提供的通信系统的另一架构示意图；

25 图 7C 是本申请实施例提供的通信系统的另一架构示意图；

图 7D 是本申请实施例提供的通信系统的另一架构示意图；

图 8 是本申请实施例提供的通信装置的结构示意图；

图 9 是本申请实施例提供的终端设备的一结构示意图；

图 10 是本申请实施例提供的网络设备的一结构示意图。

30 **具体实施方式**

本申请实施例提供一种通信方法，用于通过调整模型使不同厂商的发送机和接收机通信。本申请还提供了模型训练的方法、相应通信装置、计算机可读存储介质，以及计算机程序产品等。以下分别进行详细说明。

35 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。基于本申请中的实施例，本领域技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

本申请实施例的技术方案可以应用于各种无线通信系统，例如：第五代（5th generation, 5G）系统或新无线（new radio, NR）、长期演进（long term evolution, LTE）系统、LTE 频分双工（frequency division duplex, FDD）系统、LTE 时分双工（time division duplex, TDD）、通用移动通信系统（universal mobile telecommunication system, UMTS）、5G 网络之后的移动通信系统（例如，6G 移动通信系统）、车联网（vehicle to everything, V2X）通信系统等。本申请适用的无线通信系统包括终端设备和网络设备，终端设备与网络设备之间可以进行通信传输。

下面对本申请的终端设备和网络设备进行介绍。

终端设备可以是能够接收网络设备调度和指示信息的无线终端设备。无线终端设备可以是指向用户提供语音和/或数据连通性的设备，或具有无线连接功能的手持式设备、或连接到无线调制解调器的其他处理设备。

终端设备，又称之为用户设备（user equipment, UE）、移动台（mobile station, MS）、移动终端（mobile terminal, MT）等，是包括无线通信功能（向用户提供语音/数据连通性）的设备，例如，具有无线连接功能的手持式设备。目前，一些终端设备的举例为：手机（mobile phone）、平板电脑、笔记本电脑、掌上电脑、笔记本电脑、无线路由器、移动互联网设备（mobile internet device, MID）、可穿戴设备，虚拟现实（virtual reality, VR）设备、增强现实（augmented reality, AR）设备、工业控制（industrial control）中的无线终端、无人驾驶（self driving）中的无线终端、车联网中的无线终端、远程手术（remote medical surgery）中的无线终端、智能电网（smart grid）中的无线终端、运输安全（transportation safety）中的无线终端、智慧城市（smart city）中的无线终端、或智慧家庭（smart home）中的无线终端等。例如，车联网中的无线终端可以为车载设备、整车设备、车载模块、车辆等。工业控制中的无线终端可以为机器人等。例如，无人驾驶中的无线终端可以为无人机。

网络设备可以是无线网络中的设备。例如，网络设备可以为将终端设备接入到无线网络的无线接入网（radio access network, RAN）节点，又可以称为无线接入网设备。无线接入网设备是一种部署在无线接入网中为终端设备提供无线通信功能的装置。无线接入网设备的非限制性示例是基站，而基站为各种形式的宏基站、微基站（也称为小站）、中继站、接入点（access point, AP）、可穿戴设备、车载设备等。基站还可以为传输接收节点（transmission and reception point, TRP）、传输测量功能（transmission measurement function, TMF）等。示例性地，本申请实施例涉及到的基站可以是新空口（new radio, NR）中的基站。其中，5G NR 中的基站还可以称为发送接收点（transmission reception point, TRP）或传输点（transmission point, TP）或下一代节点 B（next generation Node B, ngNB），或长期演进（long term evolution, LTE）系统中的演进型节点 B（evolutional Node B, eNB 或 eNodeB），广义地，还可以是基带单元（base band Unit, BBU）、射频拉远单元（remote radio Unit, RRU）、有源天线单元（active antenna unit, AAU）、射频头（remote radio head, RRH）、集中单元（centralized unit, CU）、分布单元（distributed unit, DU）、定位节点等。

图 1 为本申请实施例提供的通信系统的一个示意图。请参阅图 1，图 1 所示的通信系统包括网络设备和终端设备。通信系统包括一个或多个网络设备以及一个或多个终端设备。在通信系统中，UE1 至 UE6 都可以和网络设备进行通信。同时，UE4、UE5 和 UE6 也可以组成一个通信系统。例如，网络设备可以向 UE5 发送下行信息，而 UE5 可以向 UE4 或 UE6 发送下行信息。可选的，图 1 所示的通信系统可以为 LTE 系统，或者 5G 移动通信系统，或者 5G 网络之后的移动通信系统（例如，6G 移动通信系统）。

图 2 为本申请实施例提供的通信系统的另一个示意图。请参阅图 2，图 2 所示的通信系统包括网络设备和终端设备。通信系统包括一个或多个网络设备以及一个或多个终端设备。

在该通信系统中，一种可能的实现方式中，一个网络设备可以和一个或多个终端设备进行通信传输。例如，如图 2 所示，网络设备 1 与终端设备 1 和终端设备 2 分别进行通信。网络设备 3 与终端设备 2 和终端设备 3 分别进行通信。另一种可能的实现方式中，多个网络设备可以与一个终端设备进行通信，也就是多个网络设备同时为一个终端设备提供服务。例如，网络设备 1、网络设备 2 和网络设备 3 同时为终端设备 2 提供服务。

本申请实施例提供的通信系统在上述图 1 或图 2 中终端设备和网络设备通信的过程中会使用到调整模型，从而实现即使没有进行过联合训练的终端设备和网络设备中的发送机和接收机可以适配，正常进行通信。

本申请实施例提供的通信系统还可以参阅图 3A 和图 3B 进行理解。

请参阅图 3A 和图 3B，该通信系统包括第一装置和第二装置。其中，第一装置包括第一发送机 301、第一接收机 302 和第一调整模型 303。第二装置包括第二接收机 304 和第二发送机 305。

图 3A 中，第一调整模型 303 与第一发送机 301 对应。图 3B 中，第一调整模型 303 与第一接收机 302 对应。在图 3A 和图 3B 中的第一调整模型 303 可以不相同。

另外，本申请实施例中，在图 3A 中，第二装置还可以包括第二调整模型 306，第二调整模型 306 与第二发送机 305 对应。在图 3B 中，第二装置还可以包括第三调整模型 307，第三调整模型 307 与第二接收机 304 对应。

上述图 3A 和图 3B 中，第一调整模型 303 都设置于第一装置中，实际上，第一调整模型可以以模块/单元的形式设置于第一装置中，也可以独立于第一装置设置，对此，本申请不做限定。

本申请实施例中，第一发送机 301/第二发送机 305 与第一接收机 302/第二接收机 304 的功能可以是相对的，例如：第一发送机 301/第二发送机 305 可以包括编码器，第一接收机 302/第二接收机 304 可以包括解码器；或者，第一发送机 301/第二发送机 305 可以包括调制器，第一接收机 302/第二接收机 304 可以包括解调器；或者，第一发送机 301/第二发送机 305 可以包括压缩单元，第一接收机 302/第二接收机 304 可以包括解压缩单元。

需要说明的是，上述第一装置和第二装置可以是设备，也可以是设备中的芯片（系统）。当第一装置或第二装置是设备时，第一装置可以是终端设备，第二装置可以是网络设备或者终端设备；或者，第一装置可以是网络设备，第二装置可以是终端设备或者网络设备。

当第一装置或第二装置是芯片（系统）时，第一装置可以是终端设备中的芯片（系统），第二装置可以是网络设备或者终端设备中的芯片（系统）；或者，第一装置可以是网络设备中的芯片（系统），第二装置可以是终端设备或者网络设备中的芯片（系统）。

基于上述图 3A 和图 3B 所示的通信系统，本申请实施例可以进行调整模型的训练和使用训练好的调整模型进行通信。下面先介绍模型训练的方案。

本申请实施例提供的模型训练的方案可以分为发送机侧模型训练过程和接收机侧模型训练过程。发送机侧模型训练过程是基于上述图 3A 所示结构的通信系统进行模型训练，接收机侧模型训练过程是基于上述图 3B 所示结构的通信系统进行模型训练。下面分别进行介绍：

10 一. 发送机侧模型训练方案。

1. 按照第一训练目标训练；

请参阅图 4A，本申请实施例提供的模型训练的方法的一实施例包括：

401. 第一装置获取用于模型训练的信号，用于模型训练的信号包括第一信号和第二信号。

15 其中，第一信号为第一发送机对第三信号处理后再由参与训练的神经网络模型处理后得到的信号。第二信号为第二发送机对第三信号处理后得到的信号。第三信号为源信号。

源信号(x)可以理解为是在被第一发送机和参与训练的神经网络模型（训练完成前的第一调整模型）处理前的信号，该源信号(x)可以是第一装置提供的，也可以是从其他途径获取的，本申请对此不做限定。

20 第一信号为经过第一发送机处理后再经过参与训练的神经网络模型处理后得到的信号($t_1(f_1(x))$)。其中， f_1 可以表示第一发送机， t_1 表示神经网络模型或第一调整模型。

第二信号为第二发送机对第三信号处理得到的信号($f_2(x)$)。其中， f_2 可以表示第二发送机。

25 402. 第一装置根据第一训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第一训练目标用于指示降低第一信号与第二信号的误差。

第一训练目标可以理解为是使第一信号和第二信号尽量接近，或者使第一信号和第二信号的误差尽量的小。也就是经过第一发送机和第一调整模型联合处理后的信号($t_1(f_1(x))$)能与第二发送机对同一个源信号进行处理后得到的信号($f_2(x)$)尽量接近。

30 该种训练方案的神经网络模型的损失函数可以为 $t_1(f_1(x))$ 与 $f_2(x)$ 的差，如均方误差(mean square error, mse) 可以表示为 $mse(t_1(f_1(x)), f_2(x)) = (t_1(f_1(x)) - f_2(x))^2$ 。

第一装置可以通过计算损失函数，通过梯度下降等算法更新 t_1 的权重，训练神经网络模型 t_1 ，以最小化损失函数为目标得到第一调整模型。

通过多个源信号重复执行上述 401 和 402 的过程，对神经网络模型进行迭代更新，就可以得到第一调整模型。

35 可选地，上述步骤 401 可以包括步骤 401a、401b 和 401c。

401a. 第一装置向第二装置发送第三信号。

401b. 第一装置接收来自第二装置的第二信号。

401c. 第一装置基于第一发送机处理第三信号, 再使用参与训练的神经网络模型处理第一发送机处理后的第三信号得到第一信号。

可选地, 在上述步骤 402 之后还可以包括步骤 403 和步骤 404。

5 403. 第一装置向第二装置发送第一调整模型, 第一调整模型用于第二装置确定用于第二发送机的第二调整模型。

第二调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

404. 第二装置基于第一调整模型确定第二调整模型。

本申请实施例提供的模型训练的方案, 因为第二接收机和第二发送机通常是经过联合训练的, 所以第二发送机处理的数据第二接收机是可以正确接收的, 若 $t_1(f_1(x))$ 与 $f_2(x)$ 尽量接近, 第二接收机也是可以正确接收 $t_1(f_1(x))$ 的, 所以, 通过该训练过程可以使第一装置和第二装置正常通信。

2. 按照第二训练目标训练;

请参阅图 4B, 本申请实施例提供的模型训练的方法的另一实施例包括:

15 411. 第一装置获取用于模型训练的信号, 用于模型训练的信号包括第四信号和第五信号。

其中, 第四信号为第二接收机处理第五信号得到的信号, 第五信号为第一发送机处理第六信号后再由参与训练的神经网络模型进行处理得到的信号, 第六信号为源信号。

源信号 (x) 可以理解为是在被第一发送机和第一调整模型处理前的信号, 该源信号 (x) 可以是第一装置提供的, 也可以是从其他途径获取的, 本申请对此不做限定。

20 第五信号为第一发送机处理源信号 (x) 后被第一调整模型处理后的信号 $(t_1(f_1(x)))$ 。

第四信号为第二接收机处理第五信号 $(t_1(f_1(x)))$ 得到的信号, 该处理过程可以包括先对第五信号 $(t_1(f_1(x)))$ 进行解码、解调等处理得到 $g_2(t_1(f_1(x)))$, 再对 $g_2(t_1(f_1(x)))$ 计算损失函数 L , 如 $mse(x, g_2(t_1(f_1(x))))$ 或交叉熵 (cross-entropy, CE) $(x, g_2(t_1(f_1(x))))$, 并进行求导得到梯度 $\partial L / \partial t_1(f_1(x))$, 其中, g_2 可以表示第二接收机。

25 412. 第一装置根据第二训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型, 其中, 第二训练目标用于指示根据第四信号降低参与训练的神经网络模型的损失函数。

第二训练目标可以理解为是第一装置根据第二装置反馈的梯度调整参与训练的神经网络模型的权重, 使得损失函数尽量变小。

第一装置可以通过梯度 $\partial L / \partial t_1(f_1(x))$ 调整神经网络模型的权重, 以更新神经网络模型。

30 通过多个源信号重复执行上述 411 和 412 的过程, 对神经网络模型进行迭代更新, 就可以得到第一调整模型。

可选地, 上述步骤 411 可以包括步骤 411a、411b 和 411c。

411a. 第一装置基于第一发送机处理第六信号, 再使用参与训练的神经网络模型处理第一发送机处理后的第六信号得到第五信号。

35 411b. 第一装置向第二装置发送第五信号。

411c. 第一装置接收来自第二装置的第四信号。

可选地, 在上述步骤 412 之后还可以包括步骤 413 和步骤 414。

413. 第一装置向第二装置发送第一调整模型，第一调整模型用于第二装置确定用于第二发送机的第二调整模型。

第二调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

414. 第二装置基于第一调整模型确定第二调整模型。

5 本申请实施例提供的模型训练的方案，通过第一装置和第二装置联合训练得到的第一调整模型使损失函数尽量小，所以第一调整模型就可以使第一发送机和第二接收机正常通信。

二. 接收机侧模型训练方案。

请参阅图 4C，本申请实施例提供的模型训练的方法的另一实施例包括：

10 1. 按照第三训练目标训练；

421. 第一装置获取用于模型训练的信号，用于模型训练的信号包括第七信号与第八信号。

其中，第七信号为第一接收机对参与训练的神经网络模型处理第九信号得到的信号再处理得到的信号，第九信号为第二发送机处理源信号得到的，第八信号为源信号或第二接收机处理第九信号得到的。

15 源信号(x)可以理解为是在被第二发送机处理前的信号，该源信号(x)可以是第二装置提供的，也可以是从其他途径获取的，本申请对此不做限定。

第九信号为第二发送机处理地源信号(x)得到的信号($f_2(x)$)。

第八信号为源信号(x)或第二接收机处理第九信号得到的信号($g_2(f_2(x))$)。

20 第七信号为第一接收机对第一调整模型处理第九信号得到的信号($t_1(f_2(x))$)再处理得到的信号($g_1(t_1(f_2(x)))$)。

422. 第一装置根据第三训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第三训练目标用于指示降低第七信号与第八信号的误差。

25 第三训练目标可以理解为是第七信号与第八信号尽量接近，或者使第七信号和第八信号的误差尽量小，也就是经过第一调整模型和第一接收机联合处理后的信号($g_1(t_1(f_2(x)))$)能与源信号(x)或第二接收机对信号($f_2(x)$)处理后的信号($g_2(f_2(x))$)尽量接近。

通过多个源信号重复执行上述 421 和 422 的过程，对神经网络模型进行迭代更新，就可以得到第一调整模型。

30 可选地，上述步骤 421 可以包括步骤 421a 和 421b。

421a. 第一装置接收来自第二装置的第八信号和第九信号。

421b. 第一装置基于参与训练的神经网络模型处理第九信号，再基于第一接收机对神经网络处理第九信号得到的信号进行处理得到第七信号。

可选地，在上述步骤 422 之后还可以包括步骤 423 和步骤 424。

35 423. 第一装置向第二装置发送第一调整模型，第一调整模型用于第二装置确定用于第二接收机的第三调整模型。

第三调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

424. 第二装置基于第一调整模型确定第三调整模型。

本申请实施例提供的模型训练方案，第一调整模型和第一接收机联合对第二发送机编码或调制的信号($f_2(x)$)的处理结果与第二发送机编码或调制前的信号(x)或第二接收机对该信号($f_2(x)$)的处理结果($g_2(f_2(x))$)基本一致。因为第二接收机和第二发送机通常是经过联合训练的，所以第二发送机处理的数据第二接收机是可以正确接收的，若 $g_1(t_1(f_2(x)))$ 与 x 或 $g_2(f_2(x))$ 尽量接近，第一接收机也是可以正确接收第二发送机发送的信号($f_2(x)$)的，所以，通过该训练过程可以使第一装置和第二装置正常通信。

以上三个模型训练的方案中都包括第一装置向第二装置发送第一调整模型，第二装置根据第一调整模型确定第二调整模型或第三调整模型的过程。

10 无论是根据第一调整模型确定第二调整模型，还是根据第一调整模型确定第三调整模型，第二调整模型或第三调整模型都可以是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。第二装置确定第二调整模型或第三调整模型的过程可以参阅下面的过程进行理解。

若第一调整模型的函数表示为： $y=t_1(x, W)$ ，则第二调整模型或第三调整模型的函数可以表示为： $x=t_2(y, W)$ ， $t_2=t_1^{-1}$ ，其中 W 是模型的权重。调整模型可以由多个可逆的函数构

15 成，即 $t_1(x) = t_{1K} \left(t_{1K-1} \cdot \left(\cdot \left(t_{11}(x) \right) \right) \right)$ ， $t_2(y) = t_1^{-1}(y) = t_{11}^{-1} \left(\cdot \left(t_{1K-1}^{-1} \left(t_{1K}^{-1}(y) \right) \right) \right)$ ，其中， K 表示可逆函数的数量。可逆函数包括：可逆的激活函数，如 $t_1(x) = \text{sigmoid}(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$ ， $t_2(y) = t_1^{-1}(y) = \ln \frac{y}{1-y}$ ；线性运算，如 $t_1(x) = Wx + b$ ， $t_2(y) = t_1^{-1}(y) = W^{-1}(y - b)$ 。可逆神经网络如图 5A 所示，其中， $v_1(\cdot, \theta_1)$ 表示具有参数 θ_1 的函数 v_1 ， $u_1(\cdot, \phi_1)$ 表示具有参数 ϕ_1 的函数 u_1 ， $v_2(\cdot, \theta_2)$ 表示具有参数 θ_2 的函数 v_2 ， $u_2(\cdot, \phi_2)$ 表示具有参数 ϕ_2 的函数 u_2 ， t_1 为 $z_1 = x_1 * v_1(x_2, \theta_1) + u_1(x_2, \phi_1)$ ， $z_2 = x_2 * v_2(z_1, \theta_2) + u_2(z_1, \phi_2)$ ，相应的 t_2 为 $x_2 = (z_2 - u_2(z_1, \theta_2))/v_2(z_1, \phi_2)$ ， $x_1 = (z_1 - u_1(x_2, \theta_1))/v_1(x_2, \phi_1)$ ，其中 u_1, v_1, u_2, v_2 只需要其中一项有参数即可；如图 5B 所示， t_1 为 $z_1 = x_1 + u_1(x_2, \phi_1)$ ， $z_2 = x_2 + u_2(z_1, \phi_2)$ ，相应的 t_2 为 $x_2 = z_2 - u_2(z_1, \theta_2)$ ， $x_1 = z_1 - u_1(x_2, \theta_1)$ ；如图 5C 所示， t_1 为 $z_1 = x_1 * v_1(x_2, \theta_1) + u_1(x_2, \phi_1)$ ， $z_2 = x_2$ ，相应的 t_2 为 $x_2 = z_2$ ， $x_1 = (z_1 - u_1(x_2, \theta_1))/v_1(x_2, \phi_1)$ 。

上述图 5A 至图 5C 通过示例介绍了通过第一调整模型推导第二调整模型或第三调整模型的过程。这样，第二装置就不需要再训练适用于第二发送机的第二调整模型，或者训练适用于第二接收机的第三调整模型，可以通过第一调整模型推导就可以得到第二调整模型或第三调整模型，从而减少了计算量，降低了第二调整模型或者第三调整模型的获取开销。

30 另外，在上述调整模型训练好后，可以建立第一发送机的信息、第二接收机的信息与第一调整模型的关联关系，如通过第一标识组的形式来表示该关联关系，该第一标识组例如可以表示为 (Tx01、M01、Re02)。其中，Tx01 表示第一发送机的标识，Re02 表示第二接收机的标识，M01 表示第一调整模型的标识。同理，也可以建立第一接收机、第二发送机和第一调整模型的关联关系，如通过第二标识组的形式来表示该关联关系，该第二标识组例如可以表示为 (Tx02、M02、Re01)。其中，Tx02 表示第二发送机的标识，Re01 表示第一接收机的标识，M02 表示与第一接收机和第二发送机对应的第一调整模型的标识。当然，此处列举的第一标识组和第二标识组中各标识的形式只是举例，本申请中不限定标识

的具体形式。

需要说明的是，本申请中出现的信号也可以表述为数据、符号或比特，只是表述方式不同，本质都是数据信号。

5 以上介绍了模型训练的方案，在模型训练好后，可以使用调整模型进行通信。下面结合附图介绍基于调整模型的通信过程。

基于上述图 3A 所示结构的通信系统，请参阅图 6A，本申请实施例提供的通信方法的一实施例包括：

601. 第一装置接收来自第二装置的第一信息。

第一信息可以是第一调整模型的标识或者可以用来确定第一调整模型的关联信息。

10 602. 第一装置根据第一信息确定第一调整模型，第一调整模型与第一发送机的信息和第二接收机的信息相关联。

第一发送机的信息可以是第一发送机的标识或者其他可以指示第一发送机的信息，第二接收机的信息可以是第二接收机的标识或者其他可以指示第二接收机的信息。

15 第一调整模型与第一发送机的信息和第二接收机的信息相关联指的是，通过第一发送机的信息和第二接收机的信息可以确定（例如，查找得到、运算得到）第一调整模型。

603. 第一装置基于第一发送机和第一调整模型与第二装置的第二接收机通信。

可选地，在上述步骤 601 之前，还可以包括步骤 601a。

601a. 第一装置向第二装置发送第一发送机的信息。

20 第二装置可以根据第一发送机的信息和用于与第一发送机通信的第二接收机的信息确定第一调整模型的标识，然后向第一装置返回第一调整模型的标识。

也可以是，第二装置可以根据第一发送机的信息和用于与第一发送机通信的第二接收机的信息，然后向第一装置返回第二接收机的信息，由第一装置根据第一发送机的信息和第二接收机的信息确定第一调整模型的标识。

25 第一装置和第二装置中都可以包含第一标识组，第一装置和第二装置都可以根据第一发送机的标识和第二接收机的标识从第一标识组中确定第一调整模型的标识，第一标识组包括第一发送机的标识、第二接收机的标识，以及第一调整模型的标识。

关于第一标识组的内容可以参阅前面的介绍进行理解，此处不再重复描述。

30 可选地，上述步骤 603 具体可以包括：第一装置基于第一发送机处理待发送信号，再基于第一调整模型处理第一发送机处理后的信号；第一装置向第二装置发送第一调整模型处理后的信号。

该可选实施例中，第一发送机处理待发送信号(x)后，第一调整模型再对第一发送机处理后的信号(f1(x))进行处理，然后再发送第一调整模型处理后的信号(t1(f1(x)))，因为第二装置参与了第一调整模型的训练，所以第一调整模型处理后的信号第二接收机可以正确接收，从而实现了第一发送机与第二接收机的有效通信。

35 需要说明的是，上述第一发送机先处理待发送信号(x)，第一调整模型再处理第一发送机处理后的信号(f1(x))只是一种可能的实现方式，还可以采用其他处理顺序，如：第一调整模型先处理待发送信号，然后第一发送机再处理第一调整模型处理后的信号，本申请对

此不做限定。

本申请提供的实施例中，第一装置可以确定第一调整模型，然后基于第一发送机和第一调整模型与第二装置的第二接收机通信。这样，即使第一发送机与第二接收机没有进行联合训练，通过第一调整模型也可以实现第一装置与第二装置的通信。

5 基于上述图 3B 所示的通信系统，请参阅图 6B，本申请实施例提供的通信方法的另一实施例包括：

611. 第一装置接收来自第二装置的第一信息。

第一信息可以是第一调整模型的标识或者可以用来确定第一调整模型的关联信息。

10 612. 第一装置根据第一信息确定第一调整模型，第一调整模型与第一接收机的信息和第二发送机的信息相关联。

第一接收机的信息可以是第一接收机的标识或者其他可以指示第一接收机的信息。第二发送机的信息可以是第二发送机的标识或者其他可以指示第二发送机的信息。

第一调整模型与第一接收机的信息和第二发送机的信息相关联指的通过第一接收机的信息和第二发送机的信息可以确定（例如，查找得到、运算得到）第一调整模型。

15 613. 第一装置基于第一接收机和第一调整模型与第二装置的第二发送机通信。

本申请提供的实施例中，第一装置可以确定第一调整模型，然后基于第一接收机和第一调整模型与第二装置的第二发送机通信。这样，即使第一接收机与第二发送机是来自不同的厂商，没有进行联合训练，通过第一调整模型也可以实现第一装置与第二装置的通信。

可选地，在上述步骤 611 之前，还可以包括步骤 611a。

20 611a. 第一装置向第二装置发送第一接收机的信息。

第二装置可以根据第一接收机的信息和用于与第一接收机通信的第二发送机的信息确定第一调整模型的标识，然后向第一装置返回第一调整模型的标识。

也可以是，第二装置可以根据第一接收机的信息和用于与第一接收机通信的第二发送机的信息，然后向第一装置返回第二发送机的信息，由第一装置根据第二发送机的信息和第一接收机的信息确定第一调整模型的标识。

25 第一装置和第二装置中都可以包含第二标识组，第二标识组包括第二发送机的标识、第一接收机的标识，以及第一调整模型的标识。第一装置和第二装置都可以根据第二发送机的标识和第一接收机的标识从第二标识组中确定第一调整模型的标识。

关于第二标识组的内容可以参阅前面的介绍进行理解，此处不再重复描述。

30 可选地，上述步骤 613 具体可以包括：第一装置基于第一调整模型处理来自第二装置的第二发送机的信号；第一装置基于第一接收机处理第一调整模型处理后的信号。

35 该种可能实施例中，第一调整模型处理来自第二装置的第二发送机的信号 $f_2(x)$ 得到 $t_1(f_2(x))$ ，第一接收机处理 $t_1(f_2(x))$ 得到 $g_1(t_1(f_2(x)))$ 。因为第二装置参与了第一调整模型的训练，所以第一调整模型处理后的信号第一接收机可以正确接收，从而实现了第二发送机与第一接收机的有效通信。

需要说明的是，上述第一调整模型先处理第二发送机发送的信号 $f_2(x)$ ，然后第一接收机再处理第一调整模型处理后的信号 $t_1(f_2(x))$ 只是一种可能的实现方式，还可以采用

其他处理顺序，如：第一接收机先处理第二发送机发送的信号，然后第一调整模型再处理第一接收机处理后的信号，本申请对此不做限定。

需要说明的是，在通信过程中，也可以执行上述图 4A 至图 4C 所介绍的模型训练的过程，这样，可以不断更新调整模型，提高通信质量。

5 以上所介绍的通信方法是中介绍了一个第一调整模型，实际上，第一调整模型可以有多个，多个第一调整模型可以并联，也可以串联，下面分别进行介绍。

1. 多个第一调整模型并联，并联的每个第一调整模型用于第一发送机与不同的第二接收机通信。

10 请参阅图 7A，图 7A 中与发送机 1 对应的调整模型有三个，分别用调整模型 t1-1、调整模型 t1-2 和调整模型 t1-3 表示，调整模型 t1-1、调整模型 t1-2 和调整模型 t1-3 并联。

其中，调整模型 t1-1 用于发送机 1 与接收机 2 通信，调整模型 t1-2 用于发送机 1 与接收机 3 通信，调整模型 t1-3 用于发送机 1 与接收机 4 通信，需要说明的是，本申请实施例还可以通过组合已有的调整模型 t1-1、t1-2、t1-3 实现其他不同发送机和接收机的通信，如：调整模型 t1-1 的逆神经网络和调整模型 t1-2 串联可以实现发送机 2 与接收机 3 通信。

15 2. 多个第一调整模型并联，并联的每个第一调整模型用于第一接收机与不同的第二发送机通信。

请参阅图 7B，图 7B 中与接收机 1 对应的调整模型有三个，分别用调整模型 t1-1、调整模型 t1-2 和调整模型 t1-3 表示，调整模型 t1-1、调整模型 t1-2 和调整模型 t1-3 并联。

20 其中，调整模型 t1-1 用于接收机 1 与发送机 2 通信，调整模型 t1-2 用于接收机 1 与发送机 3 通信，调整模型 t1-3 用于接收机 1 与发送机 4 通信。

本申请实施例提供的多个并联的调整模型用于发送机与不同的接收机通信，或者接收机与不同的发送机通信，可以提高通信的灵活性。

3. 多个第一调整模型串联，串联的至少两个直接连接的第一调整模型用于第一发送机与不同的第二接收机通信。

25 请参阅图 7C，图 7C 中与发送机 1 对应的调整模型有三个，分别用调整模型 t1-1、调整模型 t1-2 和调整模型 t1-3 表示，调整模型 t1-1、调整模型 t1-2 和调整模型 t1-3 串联。

30 其中，调整模型 t1-1 用于发送机 1 与接收机 2 通信，调整模型 t1-1 和调整模型 t1-2 串联后用于发送机 1 与接收机 3 通信，调整模型 t1-1、调整模型 t1-2 和调整模型 t1-3 串联后用于发送机 1 与接收机 4 通信，需要说明的是，本申请实施例还可以通过组合已有的调整模型 t1-1、t1-2、t1-3 实现其他不同发送机和接收机的通信，如：调整模型 t1-2 和调整模型 t1-3 串联可以实现发送机 2 与接收机 4 通信。

4. 多个第一调整模型串联，串联的至少两个直接连接的第一调整模型用于第一接收机与不同的第二发送机通信。

35 请参阅图 7D，图 7D 中与接收机 1 对应的调整模型有三个，分别用调整模型 t1-1、调整模型 t1-2 和调整模型 t1-3 表示，调整模型 t1-1、调整模型 t1-2 和调整模型 t1-3 串联。

其中，调整模型 t1-1 用于接收机 1 与发送机 2 通信，调整模型 t1-1 和调整模型 t1-2 串联后用于接收机 1 与发送机 3 通信，调整模型 t1-1、调整模型 t1-2 和调整模型 t1-3 串

联后用于接收机 1 与发送机 4 通信。

本申请实施例提供的多个串联的调整模型用于发送机与不同的接收机通信，或者接收机与不同的发送机通信，可以提高通信的灵活性。

需要说明的是，本申请实施例中，在上述图 7A 至图 7D 介绍的调整模型并联和串联的方案中，其中任意一种结构中的训练好的调整模型都可以迁移给其他装置使用，如：上述图 7C 中调整模型 t1-2 可以用于发送机 2 与接收机 3 通信，调整模型 t1-3 可以用于发送机 3 与接收机 4 通信。

以上介绍了模型训练的方法，以及基于调整模型的通信方法，下面介绍通信装置。

请参阅图 8，本申请实施例提供的通信装置 800 的一实施例包括：处理模块 801 和收发模块 802；其中，

处理模块 801，用于根据来自第二装置的第一信息确定第一调整模型，第一调整模型与第一发送机的信息和第二接收机的信息相关联，或者，第一调整模型与第一接收机的信息和第二发送机的信息相关联，其中，第一发送机和第一接收机与第一装置对应，第二接收机和第二发送机与第二装置对应。

处理模块 801，还用于基于第一发送机和第一调整模型与第二装置的第二接收机通信；或者，第一装置基于第一接收机和第一调整模型与第二装置的第二发送机通信。

可选地，处理模块 801，具体用于基于第一发送机处理待发送信号，再基于第一调整模型处理第一发送机处理后的信号。

收发模块 802，用于向第二装置发送第一调整模型处理后的信号。

可选地，处理模块 801，具体用于基于第一调整模型处理来自第二装置的第二发送机的信号，基于第一接收机处理第一调整模型处理后的信号。

可选地，第一信息包括第一调整模型的标识，第一调整模型的标识用于确定第一调整模型。

可选地，第一信息包括第二接收机的标识或者第二发送机的标识；第二接收机的标识或者第二发送机的标识用于确定第一调整模型的标识。

可选地，第一调整模型的标识是第一装置根据第一发送机的标识和第二接收机的标识从第一标识组中确定的，第一标识组包括第一发送机的标识、第二接收机的标识，以及第一调整模型的标识；或者，第一调整模型的标识是第一装置根据第一接收机的标识和第二发送机的标识从第二标识组中确定的，第二标识组包括第二发送机的标识、第一接收机的标识，以及第一调整模型的标识。

可选地，处理模块 801，还用于根据第一训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第一训练目标用于指示降低第一信号与第二信号的误差，第一信号为第一发送机对第三信号处理后再由参与训练的神经网络模型处理后得到的信号，第二信号为第二发送机对第三信号处理后得到的信号，第三信号为源信号。

可选地，处理模块 801，还用于根据第二训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第二训练目标用于指示根据第四信号降低参与训练的神经网络模型的损失函数，第四信号为第二接收机处理第五信号得到的信号，第五信号为第一发送机处理第六信号后

再由参与训练的神经网络模型进行处理得到的信号，第六信号为源信号。

可选地，处理模块 801，还用于根据第三训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第三训练目标用于指示降低第七信号与第八信号的误差，第七信号为第一接收机对参与训练的神经网络模型处理第九信号得到的信号再处理得到的信号，第九信号为第二发送机处理源信号得到的，第八信号为源信号或第二接收机处理第九信号得到的。

可选地，收发模块 802，还用于向所述第二装置发送所述第一调整模型，所述第一调整模型用于所述第二装置确定用于所述第二发送机的第二调整模型。

可选地，第二调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

可选地，收发模块 802，还用于向第二装置发送第一调整模型，第一调整模型用于第二装置确定用于第二接收机的第三调整模型。

可选地，第三调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

可选地，若第一调整模型有多个，且多个第一调整模型并联；并联的每个第一调整模型用于第一发送机与不同的第二接收机通信；或者，并联的每个第一调整模型用于第一接收机与不同的第二发送机通信。

可选地，若第一调整模型有多个，且多个第一调整模型串联；串联的至少两个直接连接的第一调整模型用于第一发送机与不同的第二接收机通信；或者，串联的至少两个直接连接的第一调整模型用于第一接收机与不同的第二发送机通信。

当上述通信装置 800 用于一模型训练的过程时：

处理模块 801，用于获取用于模型训练的信号，用于模型训练的信号包括第一信号和第二信号；其中，第一信号为第一发送机对第三信号处理后再由参与训练的神经网络模型处理后得到的信号，第二信号为第二发送机对第三信号处理后得到的信号，第三信号为源信号；根据第一训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第一训练目标用于指示降低第一信号与第二信号的误差。

可选地，收发模块 802，用于向第二装置发送第一调整模型，第一调整模型用于第二装置确定用于第二发送机的第二调整模型。

可选地，第二调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

当上述通信装置 800 用于另一模型训练的过程时：

处理模块 801，用于获取用于模型训练的信号，用于模型训练的信号包括第四信号和第五信号；其中，第四信号为第二接收机处理第五信号得到的信号，第五信号为第一发送机处理第六信号后再由参与训练的神经网络模型进行处理得到的信号，第六信号为源信号；根据第二训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第二训练目标用于指示根据第四信号降低参与训练的神经网络模型的损失函数。

可选地，收发模块 802，用于向第二装置发送第一调整模型，第一调整模型用于第二装置确定用于第二发送机的第二调整模型。

可选地，第二调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

当上述通信装置 800 用于另一模型训练的过程时：

处理模块 801，用于获取用于模型训练的信号，用于模型训练的信号包括第七信号与

第八信号；其中，第七信号为第一接收机对参与训练的神经网络模型处理第九信号得到的信号再处理得到的信号，第九信号为第二发送机处理源信号得到的，第八信号为源信号或第二接收机处理第九信号得到的；根据第三训练目标训练神经网络模型得到第一调整模型，其中，第三训练目标用于指示降低第七信号与第八信号的误差。

- 5 可选地，收发模块 802，用于向第二装置发送第一调整模型，第一调整模型用于第二装置确定用于第二接收机的第三调整模型。

可选地，第三调整模型的神经网络是第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

本申请实施例所介绍的通信装置可以参阅前面图 3A 至图 7D 部分第一装置的功能进行理解，该通信装置可以是终端设备，也可以是网络设备。

- 10 图 9 示出了一种通信装置为终端设备时的简化的终端设备的结构示意图。为了便于理解和图示方式，图 9 中，终端设备以手机作为例子。如图 9 所示，终端设备包括处理器、存储器、射频电路、天线及输入输出装置。

处理器主要用于对通信协议以及通信数据进行处理，以及对终端设备进行控制，执行软件程序，处理软件程序的数据等。

- 15 存储器主要用于存储软件程序和数据。

射频电路主要用于基带信号与射频信号的转换以及对射频信号的处理。

天线主要用于收发电磁波形式的射频信号。

输入输出装置，例如触摸屏、显示屏，键盘等主要用于接收用户输入的数据以及对用户输出数据。

- 20 需要说明的是，有些种类的终端设备可以不具有输入输出装置。

当需要发送数据时，处理器对待发送的数据进行基带处理后，输出基带信号至射频电路，射频电路将基带信号进行射频处理后将射频信号通过天线以电磁波的形式向外发送。当有数据发送到终端设备时，射频电路通过天线接收到射频信号，将射频信号转换为基带信号，并将基带信号输出至处理器，处理器将基带信号转换为数据并对该数据进行处理。

- 25 为便于说明，图 9 中仅示出了一个存储器和处理器。在实际的终端设备产品中，可以存在一个或多个处理器和一个或多个存储器。存储器也可以称为存储介质或者存储设备等。存储器可以是独立于处理器设置，也可以是与处理器集成在一起，本申请实施例对此不做限制。

- 30 在本申请实施例中，可以将具有收发功能的天线和射频电路视为终端设备的收发单元，将具有处理功能的处理器视为终端设备的处理单元。

如图 9 所示，终端设备包括收发单元 910 和处理单元 920。收发单元也可以称为收发器、收发机、收发装置等。处理单元也可以称为处理器，处理单板，处理模块、处理装置等。

- 35 可选的，可以将收发单元 910 中用于实现接收功能的器件视为接收单元，将收发单元 910 中用于实现发送功能的器件视为发送单元，即收发单元 910 包括接收单元和发送单元。收发单元有时也可以称为收发机、收发器、或收发电路等。接收单元有时也可以称为接收机、接收器、或接收电路等。发送单元有时也可以称为发射机、发射器或者发射电路等。

应理解，收发单元 910 用于执行上述方法实施例中第一装置的发送操作和接收操作，处理单元 920 用于执行上述方法实施例中第一装置上除了收发操作之外的其他操作。

当该终端设备为芯片时，该芯片包括收发单元和处理单元。其中，该收发单元可以是输入输出电路或通信接口；处理单元为该芯片上集成的处理器或者微处理器或者集成电路或者逻辑电路。

通信装置是网络设备时，请参阅图 10，图 10 是本申请实施例提供的网络设备 1000 的结构示意图，该网络设备 1000 可应用于如图 1 或图 2 所示的系统中，例如网络设备 1000 可以为图 1 或图 2 系统中的网络设备，用以执行上述方法实施例中第一装置的功能。应理解以下仅为示例，未来通信系统中，网络设备可以有其他形态和构成。

举例来说，在 5G 通信系统中，网络设备 1000 可以包括 CU、DU 和 AAU，相比于 LTE 通信系统中的网络设备由一个或多个射频单元，如 RRU 和一个或多个 BBU 来说：

原 BBU 的非实时部分将分割出来，重新定义为 CU，负责处理非实时协议和服务、BBU 的部分物理层处理功能与原 RRU 及无源天线合并为 AAU、BBU 的剩余功能重新定义为 DU，负责处理物理层协议和实时服务。简而言之，CU 和 DU，以处理内容的实时性进行区分、AAU 为 RRU 和天线的组合。

CU、DU、AAU 可以采取分离或合设的方式，所以，会出现多种网络部署形态，一种可能的部署形态如图 10 所示与传统 4G 网络设备一致，CU 与 DU 共硬件部署。应理解，图 10 只是一种示例，对本申请的保护范围并不限制，例如，部署形态还可以是 DU 部署在 BBU 机房，CU 集中部署或 DU 集中部署，CU 更高层次集中等。

所述 AAU1100 可以实现收发功能称为收发单元 1100，与图 8 中的收发模块 802 对应。可选地，该收发单元 1100 还可以称为收发机、收发电路、或者收发器等，其可以包括至少一个天线 1101 和射频单元 1102。可选地，收发单元 1100 可以包括接收单元和发送单元，接收单元可以对应于接收器（或称接收机、接收电路），发送单元可以对应于发射器（或称发射机、发射电路）。所述 CU 和 DU1200 可以实现内部处理功能称为处理单元 1200，与图 8 中的处理模块 801 对应。可选地，该处理单元 1200 可以对网络设备进行控制等，可以称为控制器。所述 AAU 与 CU 和 DU 可以是物理上设置在一起，也可以物理上分离设置的。

另外，网络设备不限于图 10 所示的形态，也可以是其它形态：例如：包括 BBU 和自适应无线单元（adaptive radio unit, ARU），或者包括 BBU 和 AAU；也可以为客户终端设备（customer premises equipment, CPE），还可以为其它形态，本申请不限定。

在一个示例中，所述处理单元 1200 可以由一个或多个单板构成，多个单板可以共同支持单一接入制式的无线接入网（如 LTE 网），也可以分别支持不同接入制式的无线接入网（如 LTE 网，5G 网，未来网络或其他网）。所述 CU 和 DU1200 还包括存储器 1201 和处理器 1202。所述存储器 1201 用以存储必要的指令和数据。所述处理器 1202 用于控制网络设备进行必要的动作，例如用于控制网络设备执行上述方法实施例中关于网络设备的操作流程。所述存储器 1201 和处理器 1202 可以服务于一个或多个单板。也就是说，可以每个单板上单独设置存储器和处理器。也可以是多个单板共用相同的存储器和处理器。此外每个单板上还可以设置有必要的电路。

应理解，图 10 所示的网络设备 1000 能够实现图 4A 至图 7D 的方法实施例中涉及的第一装置功能。网络设备 1000 中的各个单元的操作和/或功能，分别为了实现本申请方法实施例中由第一装置执行的相应流程。为避免重复，此处适当省略详述描述。图 10 示例的网络设备的结构仅为一种可能的形态，而不应对本申请实施例构成任何限定。本申请并不排除未来可能出现的其他形态的网络设备结构的可能。

上述 CU 和 DU 1200 可以用于执行前面方法实施例中描述的由第一装置内部实现的动作，而 AAU 1100 可以用于执行前面方法实施例中描述的第一装置向第二装置发送或从第二装置接收的动作。具体请见前面方法实施例中的描述，此处不再赘述。

本申请实施例还提供一种包括指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得该计算机执行如上述图 4A 至图 7D 所示的实施例的方法。

本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质，包括计算机指令，当该计算机指令在计算机上运行时，使得计算机执行如上述图 4A 至图 7D 所示的实施例的方法。

本申请实施例还提供一种芯片装置，包括处理器，用于与存储器相连，调用该存储器中存储的程序，以使得该处理器执行上述图 4A 至图 7D 所示的实施例的方法。

其中，上述任一处提到的处理器，可以是一个通用中央处理器，微处理器，特定应用集成电路 (application-specific integrated circuit, ASIC)，或一个或多个用于控制上述图 4A 至图 4C 所示的实施例的方法的程序执行的集成电路。上述任一处提到的存储器可以为只读存储器 (read-only memory, ROM) 或可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备，随机存取存储器 (random access memory, RAM) 等。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统，装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统，装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

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

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备 (可以是个人计算机，

— 27 —

服务器，或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

- 5 以上所述，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范围。

权 利 要 求

1. 一种通信方法，其特征在于，包括：

第一装置根据来自第二装置的第一信息确定第一调整模型，所述第一调整模型与第一发送机的信息和第二接收机的信息相关联，或者，所述第一调整模型与第一接收机的信息和第二发送机的信息相关联，其中，所述第一发送机和所述第一接收机与所述第一装置对应，所述第二接收机和所述第二发送机与所述第二装置对应；

所述第一装置基于所述第一发送机和所述第一调整模型与所述第二装置的第二接收机通信；或者，

所述第一装置基于所述第一接收机和所述第一调整模型与所述第二装置的第二发送机通信。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一装置基于所述第一发送机和所述第一调整模型与所述第二装置的第二接收机通信，包括：

所述第一装置基于所述第一发送机处理待发送信号，再基于所述第一调整模型处理所述第一发送机处理后的信号；

所述第一装置向所述第二装置发送所述第一调整模型处理后的信号。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述第一装置基于所述第一接收机和所述第一调整模型与所述第二装置的第二发送机通信，包括：

所述第一装置基于所述第一调整模型处理来自所述第二装置的第二发送机的信号；

所述第一装置基于所述第一接收机处理所述第一调整模型处理后的信号。

4. 根据权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一信息包括所述第一调整模型的标识，所述第一调整模型的标识用于确定所述第一调整模型。

5. 根据权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一信息包括所述第二接收机的标识或者所述第二发送机的标识；

所述第二接收机的标识或者所述第二发送机的标识用于确定所述第一调整模型的标识。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述第一调整模型的标识是所述第一装置根据所述第一发送机的标识和所述第二接收机的标识从第一标识组中确定的，所述第一标识组包括所述第一发送机的标识、所述第二接收机的标识，以及第一调整模型的标识；或者，

所述第一调整模型的标识是所述第一装置根据所述第一接收机的标识和所述第二发送机的标识从第二标识组中确定的，所述第二标识组包括所述第二发送机的标识、所述第一接收机的标识，以及第一调整模型的标识。

7. 根据权利要求 1-6 任一项所述的通信方法，其特征在于，所述第一装置根据来自第二装置的第一信息确定第一调整模型之前，所述方法还包括：

所述第一装置根据第一训练目标训练神经网络模型得到所述第一调整模型，其中，所述第一训练目标用于指示降低第一信号与第二信号的误差，所述第一信号为所述第一发送机对第三信号处理后再由参与训练的所述神经网络模型处理后得到的信号，所述第二信号为所述第二发送机对所述第三信号处理后得到的信号，所述第三信号为源信号。

8. 根据权利要求 1-6 任一项所述的通信方法，其特征在于，所述第一装置根据来自第二装置的第一信息确定第一调整模型之前，所述方法还包括：

所述第一装置根据第二训练目标训练神经网络模型得到所述第一调整模型，其中，所述第二训练目标用于指示根据第四信号降低参与训练的神经网络模型的损失函数，所述第四信号为所述第二接收机处理第五信号得到的信号，所述第五信号为所述第一发送机处理第六信号后再由参与训练的所述神经网络模型进行处理得到的信号，所述第六信号为源信号。

9. 根据权利要求 1-6 任一项所述的通信方法，其特征在于，所述第一装置根据来自第二装置的第一信息确定第一调整模型之前，所述方法还包括：

所述第一装置根据第三训练目标训练神经网络模型得到所述第一调整模型，其中，所述第三训练目标用于指示降低第七信号与第八信号的误差，所述第七信号为所述第一接收机对参与训练的所述神经网络模型处理第九信号得到的信号再处理得到的信号，所述第九信号为所述第二发送机处理源信号得到的，所述第八信号为所述源信号或第二接收机处理所述第九信号得到的。

10. 根据权利要求 7 或 8 所述的通信方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一装置向所述第二装置发送所述第一调整模型，所述第一调整模型用于所述第二装置确定用于所述第二发送机的第二调整模型。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述第二调整模型的神经网络是所述第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

12. 根据权利要求 9 所述的通信方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一装置向所述第二装置发送所述第一调整模型，所述第一调整模型用于所述第二装置确定用于所述第二接收机的第三调整模型。

13. 根据权利要求 12 所述的通信方法，其特征在于，所述第三调整模型的神经网络是所述第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

14. 根据权利要求 1-13 任一项所述的通信方法，其特征在于，若所述第一调整模型有多个，且所述多个第一调整模型并联；

并联的每个第一调整模型用于所述第一发送机与不同的第二接收机通信；或者，
并联的每个第一调整模型用于所述第一接收机与不同的第二发送机通信。

15. 根据权利要求 1-13 所述的通信方法，其特征在于，若所述第一调整模型有多个，且所述多个第一调整模型串联；

串联的至少两个直接连接的第一调整模型用于所述第一发送机与不同的第二接收机通信；或者，

串联的至少两个直接连接的第一调整模型用于所述第一接收机与不同的第二发送机通信。

16. 一种模型训练的方法，其特征在于，包括：

第一装置获取用于模型训练的信号，所述用于模型训练的信号包括第一信号和第二信号；其中，所述第一信号为所述第一发送机对第三信号处理后再由参与训练的所述神经网络

络模型处理后得到的信号，所述第二信号为所述第二发送机对所述第三信号处理后得到的信号，所述第三信号为源信号；

所述第一装置根据第一训练目标训练神经网络模型得到所述第一调整模型，其中，所述第一训练目标用于指示降低第一信号与第二信号的误差。

5 17. 根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一装置向所述第二装置发送所述第一调整模型，所述第一调整模型用于所述第二装置确定用于所述第二发送机的第二调整模型。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述第二调整模型的神经网络是所述第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

10 19. 一种模型训练的方法，其特征在于，包括：

第一装置获取用于模型训练的信号，所述用于模型训练的信号包括第四信号和第五信号；其中，所述第四信号为所述第二接收机处理第五信号得到的信号，所述第五信号为所述第一发送机处理第六信号后再由参与训练的所述神经网络模型进行处理得到的信号，所述第六信号为源信号；

15 所述装置根据第二训练目标训练神经网络模型得到所述第一调整模型，其中，所述第二训练目标用于指示根据第四信号降低参与训练的神经网络模型的损失函数。

20. 根据权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一装置向所述第二装置发送所述第一调整模型，所述第一调整模型用于所述第二装置确定用于所述第二发送机的第二调整模型。

20 21. 根据权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述第二调整模型的神经网络是所述第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

22. 一种模型训练的方法，其特征在于，包括：

25 第一装置获取用于模型训练的信号，所述用于模型训练的信号包括第七信号与第八信号；其中，所述第七信号为所述第一接收机对参与训练的所述神经网络模型处理第九信号得到的信号再处理得到的信号，所述第九信号为所述第二发送机处理源信号得到的，所述第八信号为所述源信号或第二接收机处理所述第九信号得到的；

所述第一装置根据第三训练目标训练神经网络模型得到所述第一调整模型，其中，所述第三训练目标用于指示降低第七信号与第八信号的误差。

23. 根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

30 所述第一装置向所述第二装置发送所述第一调整模型，所述第一调整模型用于所述第二装置确定用于所述第二接收机的第三调整模型。

24. 根据权利要求 23 所述的方法，其特征在于，所述第三调整模型的神经网络是所述第一调整模型的神经网络的逆神经网络。

25. 一种通信装置，其特征在于，包括：收发模块和处理模块，

35 所述收发模块用于执行上述权利要求 1-24 任一项所述的方法中的发送步骤或接收步骤；

所述处理模块用于执行上述权利要求 1-24 任一项所述的方法中的除发送步骤和接收

步骤之外的步骤。

26. 一种通信装置，其特征在于，包括至少一个处理器，与存储器耦合；
所述存储器用于存储程序或指令；

5 所述至少一个处理器用于执行所述程序或指令，以使所述装置实现如权利要求 1 至 24
中任一项所述的方法。

27. 一种包含程序指令的计算机程序产品，其特征在于，当所述程序指令在计算机上运
行时，使得所述计算机执行如权利要求 1 至 24 任一项所述的方法。

28. 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程序指令，
当所述程序指令运行时，使得如权利要求 1 至 24 任一项所述的方法被执行。

10

15

20