

波束失败的上报方法、装置及存储介质

技术领域

本公开实施例涉及通信技术领域，特别涉及一种波束失败的上报方法、装置及存储介质。

背景技术

在 5G NR (New Radio, 新空口) 系统中，基站和终端可以使用波束 (beam) 收发信息。例如，基站可以通过波束向终端发送 PDCCH (Physical Downlink Control Channel, 物理下行控制信道) 的下行控制信息。

当终端发生移动或基站的天线方向发生改变时，基站配置给终端的用于接收下行控制信息的波束可能会发生波束失败 (beam failure) 的问题。目前，标准定义了一个用于检测波束失败的 RS 集合，当终端检测到该 RS 集合中所有 RS 对应的信道测量参数都低于第一门限值时，终端确定发生波束失败。

此时，终端可以根据基站配置的用于确定候选波束 (candidate beam) 的 RS 集合，检测该用于确定候选波束的 RS 集合中是否存在 L1-RSRP (Layer 1-Reference Signal Received Power, 层一的参考信号接收功率) 大于第二门限值的 RS，若存在这样的 RS，则终端在该 RS 对应的随机接入时频资源上发送该 RS 对应的随机接入前导码，通过这种方式隐性地告知基站该终端发生了波束失败，并找到了候选波束。随后终端检测基站发送的针对波束失败请求的回复，等待波束失败恢复 (beam failure recovery)。

目前只定义了终端在 PCell (Primary cell, 主服务小区) 上发生波束失败时的上报和恢复过程。

发明内容

本公开实施例提供了一种波束失败的上报方法、装置及存储介质。所述技术方案如下：

根据本公开实施例的第一方面，提供了一种波束失败的上报方法，所述方法包括：

终端确定接入的 n 个辅服务小区中的目标辅服务小区发生波束失败, 所述 n 为正整数;

所述终端向基站发送第一 MAC (Medium Access Control, 媒体接入控制) CE (Control Element, 控制单元) 信令, 所述第一 MAC CE 信令中包括波束失败指示信息, 所述波束失败指示信息用于指示所述目标辅服务小区发生波束失败。

可选地, 所述波束失败指示信息采用 m 个比特码字表示, 所述 m 个比特码字中的 n 个比特码字和所述 n 个辅服务小区一一对应, 所述 m 为大于等于所述 n 的整数;

其中, 所述 n 个比特码字中的第 i 个比特码字, 用于指示所述 n 个辅服务小区中的第 i 个辅服务小区是否发生波束失败, 所述 i 为小于等于所述 n 的正整数。

可选地, 所述波束失败指示信息采用 k 个比特码字表示, 所述 $k = \lceil \log_2 n \rceil$, $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整;

其中, 所述 k 个比特码字为所述目标辅服务小区的标识信息。

可选地, 所述第一 MAC CE 信令中还包括目标波束指示信息, 所述目标波束指示信息用于指示从 p 个候选波束中选择的用于波束失败恢复的目标波束, 所述 p 为大于 1 的整数。

可选地, 所述方法还包括:

所述终端向所述基站发送第二 MAC CE 信令, 所述第二 MAC CE 信令中包括目标波束指示信息, 所述目标波束指示信息用于指示从 p 个候选波束中选择的用于波束失败恢复的目标波束, 所述 p 为大于 1 的整数。

可选地, 所述目标波束指示信息采用 q 个比特码字表示, 所述 q 个比特码字中的 p 个比特码字和所述 p 个候选波束一一对应, 所述 q 为大于等于所述 p 的整数;

其中, 所述 p 个比特码字中的第 j 个比特码字, 用于指示所述 p 个候选波束中的第 j 个候选波束被选为所述目标波束, 所述 j 为小于等于所述 p 的正整数。

可选地, 所述目标波束指示信息采用 r 个比特码字表示, 所述 $r = \lceil \log_2 p \rceil$, $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整;

其中, 所述 r 个比特码字为所述目标波束的标识信息。

可选地, 所述 p 个候选波束为所述基站通过 RRC (Radio Resource Control, 无线资源控制) 信令配置的波束;

或者，

所述 p 个候选波束为所述基站通过 RRC 信令配置的多个波束中，被 MAC 信令激活的波束。

可选地，所述方法还包括：

所述终端向所述基站发送上行调度请求或随机接入请求，所述上行调度请求或所述随机接入请求用于向所述基站通知所述终端发生波束失败；

所述终端接收所述基站发送的资源配置信息，所述资源配置信息用于指示供所述终端发送所述第一 MAC CE 信令的 PUSCH (Physical Uplink Shared Channel, 物理上行共享信道) 资源。

可选地，所述第一 MAC CE 信令在所述基站为所述终端配置的周期性的 PUSCH 资源上发送。

可选地，所述 PUSCH 资源为所述目标辅服务小区上的资源；或者，

所述 PUSCH 资源为所述终端接入的主服务小区上的资源；或者，

所述 PUSCH 资源为所述 n 个辅服务小区中的主辅服务小区上的资源；或者，

所述 PUSCH 资源为所述 n 个辅服务小区中除所述目标辅服务小区之外的其它辅服务小区上的资源。

根据本公开实施例的第二方面，提供了一种波束失败的上报装置，应用于终端中，所述装置包括：

目标小区确定模块，被配置为确定接入的 n 个辅服务小区中的目标辅服务小区发生波束失败，所述 n 为正整数；

第一信令发送模块，被配置为向基站发送第一 MAC CE 信令，所述第一 MAC CE 信令中包括波束失败指示信息，所述波束失败指示信息用于指示所述目标辅服务小区发生波束失败。

可选地，所述波束失败指示信息采用 m 个比特码字表示，所述 m 个比特码字中的 n 个比特码字和所述 n 个辅服务小区一一对应，所述 m 为大于等于所述 n 的整数；

其中，所述 n 个比特码字中的第 i 个比特码字，用于指示所述 n 个辅服务小区中的第 i 个辅服务小区是否发生波束失败，所述 i 为小于等于所述 n 的正整数。

可选地，所述波束失败指示信息采用 k 个比特码字表示，所述 $k = \lceil \log_2 n \rceil$ ， $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整；

其中，所述 k 个比特码字为所述目标辅服务小区的标识信息。

可选地，所述第一 MAC CE 信令中还包括目标波束指示信息，所述目标波束指示信息用于指示从 p 个候选波束中选择的用于波束失败恢复的目标波束，所述 p 为大于 1 的整数。

可选地，所述装置还包括：

第二信令发送模块，被配置为向所述基站发送第二 MAC CE 信令，所述第二 MAC CE 信令中包括目标波束指示信息，所述目标波束指示信息用于指示从 p 个候选波束中选择的用于波束失败恢复的目标波束，所述 p 为大于 1 的整数。

可选地，所述目标波束指示信息采用 q 个比特码字表示，所述 q 个比特码字中的 p 个比特码字和所述 p 个候选波束一一对应，所述 q 为大于等于所述 p 的整数；

其中，所述 p 个比特码字中的第 j 个比特码字，用于指示所述 p 个候选波束中的第 j 个候选波束被选为所述目标波束，所述 j 为小于等于所述 p 的正整数。

可选地，所述目标波束指示信息采用 r 个比特码字表示，所述 $r = \lceil \log_2 p \rceil$ ， $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整；

其中，所述 r 个比特码字为所述目标波束的标识信息。

可选地，所述 p 个候选波束为所述基站通过 RRC 信令配置的波束；

或者，

所述 p 个候选波束为所述基站通过 RRC 信令配置的多个波束中，被 MAC 信令激活的波束。

可选地，所述装置还包括：

请求发送模块，被配置为向所述基站发送上行调度请求或随机接入请求，所述上行调度请求或所述随机接入请求用于向所述基站通知所述终端发生波束失败；

配置信息接收模块，被配置为接收所述基站发送的资源配置信息，所述资源配置信息用于指示供所述终端发送所述第一 MAC CE 信令的 PUSCH 资源。

可选地，所述第一 MAC CE 信令在所述基站为所述终端配置的周期性的 PUSCH 资源上发送。

可选地，所述 PUSCH 资源为所述目标辅服务小区上的资源；或者，

所述 PUSCH 资源为所述终端接入的主服务小区上的资源；或者，

所述 PUSCH 资源为所述 n 个辅服务小区中的主辅服务小区上的资源；或者，

所述 PUSCH 资源为所述 n 个辅服务小区中除所述目标辅服务小区之外的其

它辅服务小区上的资源。

根据本公开实施例的第三方面，提供了一种波束失败的上报装置，应用于终端中，所述装置包括：

处理器；

用于存储所述处理器的可执行指令的存储器；

其中，所述处理器被配置为：

确定接入的 n 个辅服务小区中的目标辅服务小区发生波束失败，所述 n 为正整数；

向基站发送第一 MAC CE 信令，所述第一 MAC CE 信令中包括波束失败指示信息，所述波束失败指示信息用于指示所述目标辅服务小区发生波束失败。

根据本公开实施例的第四方面，提供了一种非临时性计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现如第一方面所述方法的步骤。

本公开实施例提供的技术方案可以包括以下有益效果：

在终端确定接入的多个辅服务小区中的目标辅服务小区发生波束失败时，通过向基站发送包含波束失败指示信息的 MAC CE 信令，将上述发生波束失败的目标辅服务小区通知给基站，从而提供了一种终端在辅服务小区发生波束失败时的上报方案，实现了辅服务小区的波束失败情况的上报。

应当理解的是，以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的，并不能限制本公开。

附图说明

此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分，示出了符合本公开的实施例，并与说明书一起用于解释本公开的原理。

图 1 是根据一示例性实施例示出的一种网络架构的示意图；

图 2 是根据一示例性实施例示出的一种波束失败的上报方法的流程图；

图 3 是根据另一示例性实施例示出的一种波束失败的上报方法的流程图；

图 4 根据一示例性实施例示出的一种波束失败的上报装置的框图；

图 5 根据另一示例性实施例示出的一种波束失败的上报装置的框图；

图 6 是根据一示例性实施例示出的一种终端的结构示意图；

图 7 是根据一示例性实施例示出的一种基站的结构示意图。

具体实施方式

这里将详细地对示例性实施例进行说明，其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时，除非另有表示，不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本公开相一致的所有实施方式。相反，它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本公开的一些方面相一致的装置和方法的例子。

本公开实施例描述的网络架构以及业务场景是为了更加清楚地说明本公开实施例的技术方案，并不构成对本公开实施例提供的技术方案的限制，本领域普通技术人员可知，随着网络架构的演变和新业务场景的出现，本公开实施例提供的技术方案对于类似的技术问题，同样适用。

图 1 是根据一示例性实施例示出的一种网络架构的示意图。该网络架构可以包括：基站 110 和终端 120。

基站 110 部署在接入网中。5G NR (New Radio, 新空口) 系统中的接入网可以称为 NG-RAN (New Generation-Radio Access Network, 新一代无线接入网)。基站 110 与终端 120 之间通过某种空口技术互相通信，例如可以通过蜂窝技术相互通信。

基站 110 是一种部署在接入网中用以为终端 120 提供无线通信功能的装置。基站 110 可以包括各种形式的宏基站，微基站，中继站，接入点等等。在采用不同的无线接入技术的系统中，具备基站功能的设备的名称可能会有所不同，例如在 5G NR 系统中，称为 gNodeB 或者 gNB。随着通信技术的演进，“基站”这一名称可能会变化。为方便描述，本公开实施例中，上述为终端 120 提供无线通信功能的装置统称为基站。基站 110 也可以是一个车载设备，适用于车联网中车车之间通信的场景。当车车通信时，本公开中的信道或信令都为适用于侧链路 (sidelink) 的信道或信令。

终端 120 的数量通常为多个，每一个基站 110 所管理的小区内可以分布一个或多个终端 120。终端 120 可以包括各种具有无线通信功能的手持设备、车载设备、可穿戴设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备，以及各种形式的用户设备 (User Equipment, UE)，移动台 (Mobile Station, MS)，终端设备 (terminal device) 等等。为方便描述，本公开实施例中，上面提到的

设备统称为终端。终端 120 也可以是一个车载设备，适用于车联网中车车之间通信的场景。当车车通信时，本公开中的信道或信令都为适用于侧链路的信道或信令。

本公开实施例中的“5G NR 系统”也可以称为 5G 系统或者 NR 系统，但本领域技术人员可以理解其含义。本公开实施例描述的技术方案可以适用于 5G NR 系统，也可以适用于 5G NR 系统后续的演进系统以及 5G NR 车联网系统。

本申请针对终端在 SCell (Secondary Cell, 辅服务小区) 上发生波束失败时的上报和恢复过程，进行了相关定义。

图 2 是根据一示例性实施例示出的一种波束失败的上报方法的流程图。该方法可应用于图 1 所示的终端中。该方法可以包括如下几个步骤 (201~202)。

在步骤 201 中，终端确定接入的 n 个辅服务小区中的目标辅服务小区发生波束失败， n 为正整数。

在 CA (Carrier Aggregation, 载波聚合) 场景中，终端可以有多个服务小区 (serving cell)，多个服务小区可以分为主服务小区和至少一个辅服务小区。其中，主服务小区是指工作在主频带上的服务小区，终端可以与主服务小区进行初始连接建立过程，或者进行连接重建立过程。辅服务小区是指工作在辅频带上的小区，辅服务小区可以提供额外的无线资源，以提高终端的吞吐量。

需要说明的一点是，终端可以同时接入多个辅服务小区。

当终端发生移动或基站的天线方向发生改变时，基站配置给终端的用于接收辅服务小区发送的下行控制信息的波束可能会发生波束失败的问题。进一步，终端可以检测接入的多个辅服务小区中是否有辅服务小区发生波束失败，并确定发生波束失败的目标辅服务小区。

可选地，基站给终端配置了用于检测各个配置了 PDCCH 的辅服务小区的波束失败的 RS 集合，当终端检测到该 RS 集合中所有 RS 对应的信道测量参数都低于门限值时，终端确定该辅服务小区发生波束失败。

在步骤 202 中，终端向基站发送第一 MAC CE 信令，第一 MAC CE 信令中包括波束失败指示信息。

当终端确定接入的多个辅服务小区中的目标辅服务小区发生波束失败时，可以通过第一 MAC CE 信令向基站指示该目标辅服务小区发生波束失败。其中，

第一 MAC CE 信令中包括上述波束失败指示信息，该波束失败指示信息用于指示目标辅服务小区发生波束失败。

可选地，上述目标辅服务小区可以是终端接入的 n 个辅服务小区中的一个或者多个辅服务小区。

在一种可能的实施方式中，波束失败指示信息采用 m 个比特码字表示， m 个比特码字中的 n 个比特码字和 n 个辅服务小区一一对应， m 为大于等于 n 的整数；其中， n 个比特码字中的第 i 个比特码字，用于指示 n 个辅服务小区中的第 i 个辅服务小区是否发生波束失败， i 为小于等于 n 的正整数。

上述波束失败指示信息的比特码字长度（也即 m ）可以由协议预先规定，表示一次最多可以指示 m 个辅服务小区的波束失败情况。例如， m 为 8、16、32 或其它数值。上述 n 个比特码字可以是 m 个比特码字中的前 n 个比特码字，且 n 个比特码字与 n 个辅服务小区一一对应。

当波束失败指示信息采用上述 m 个比特码字表示时，终端同时可以上报一个或者多个发生波束失败的目标辅服务小区。

示例性地，假设 m 为 5，终端接入了 3 个辅服务小区（分别为 SCell#1、SCell#2 和 SCell#3），则波束失败指示信息采用 5 个比特码字表示，该 5 个比特码字中的前 3 个比特码字依次对应于 SCell#1、SCell#2 和 SCell#3。假设 1 表示发生了波束失败，0 表示未发生波束失败。当波束失败指示信息为 01000 时，则表示 SCell#2 发生了波束失败，SCell#1 和 SCell#3 未发生波束失败；当波束失败指示信息为 10100 时，则表示 SCell#1 和 SCell#3 发生了波束失败，SCell#2 未发生波束失败；当波束失败指示信息为 11100 时，则表示 SCell#1、SCell#2 和 SCell#3 均发生了波束失败。

在另一种可能的实施方式中，波束失败指示信息采用 k 个比特码字表示， $k = \lceil \log_2 n \rceil$ ， $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整；其中， k 个比特码字为目标辅服务小区的标识信息。

上述 $k = \lceil \log_2 n \rceil$ ， $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整。例如，当 n 为 3 和 4 时， k 均取 2；当 n 为 5 至 8 时， k 均取 3；当 n 为 9 至 16 时， k 均取 4，等等。上述目标辅服务小区的标识信息用于唯一标识该目标辅服务小区。

由于 k 个比特码字为目标辅服务小区的标识信息，因此，当波束失败指示信息采用上述 k 个比特码字表示时，终端同时只可以上报一个发生波束的目标辅服务小区。

示例性地,假设 n 为 4,表示终端接入 SCell#1、SCell#2、SCell#3 和 SCell#4 四个辅服务小区,则 k 取 2,即波束失败指示信息采用 2 个比特码字表示。当 2 个比特码字为 00 时,则表示 SCell#1 发生波束失败;当 2 个比特码字为 01 时,则表示 SCell#2 发生波束失败;当 2 个比特码字为 10 时,则表示 SCell#3 发生波束失败;当 2 个比特码字为 11 时,则表示 SCell#4 发生波束失败。

综上所述,本公开实施例提供的技术方案中,在终端确定接入的多个辅服务小区中的目标辅服务小区发生波束失败时,通过向基站发送包含波束失败指示信息的 MAC CE 信令,将上述发生波束失败的目标辅服务小区通知给基站,从而提供了一种终端在辅服务小区发生波束失败时的上报方案,实现了辅服务小区的波束失败情况的上报。

上文实施例对辅服务小区的波束失败上报进行了介绍说明,下面对辅服务小区在发生波束失败之后的波束失败恢复进行介绍说明。

终端还可以从 p 个候选波束中选择用于波束失败恢复的目标波束,然后向基站发送目标波束指示信息,该目标波束指示信息用于指示上述选择的目标波束, p 为大于 1 的整数。

可选地,针对各个配置了 PDCCH 和波束失败检测以及波束失败恢复的辅服务小区, p 个候选波束为基站通过 RRC 信令配置的波束;或者, p 个候选波束为基站通过 RRC 信令配置的多个波束中,被 MAC 信令激活的波束。

当终端确定目标辅服务小区发生了波束失败时,可以从该目标辅服务小区对应的上述多个候选波束中选择信号质量大于预设阈值的候选波束,作为目标波束。其中,上述信号质量可以是 L1-RSRP (Layer 1-Reference Signal Receiving Power, 层一参考信号接收功率),也可以是 L1-SINR (Layer 1-Signal to Interference plus Noise Ratio, 层一信号干扰噪声比),还可以是 L1-RSRQ (Layer 1-Reference Signal Receiving Quality, 层一参考信号接收质量) 等等,本公开实施例对此不作限定。

上述目标波束可以是一个也可以是多个。

在一种可能的实施方式中,第一 MAC CE 信令中还包括目标波束指示信息。也即,终端在通过第一 MAC CE 信令向基站上报辅服务小区的波束失败情况时,通过该第一 MAC CE 信令同时上报终端找到的用于波束失败恢复的目标波束。

在另一种可能的实施方式中,终端向基站发送第二 MAC CE 信令,该第二

MAC CE 信令中包括目标波束指示信息。第二 MAC CE 信令是不同于第一 MAC CE 信令的另一个信令。也即，终端通过两个不同的 MAC CE 信令，分别上报辅服务小区的波束失败情况，以及终端找到的用于波束失败恢复的目标波束。另外，第一 MAC CE 信令和第二 MAC CE 信令可以同时发送，也可以不同时发送，如先发送第一 MAC CE 信令，后发送第二 MAC CE 信令。

另外，目标波束指示信息可以有如下两种表示方式：

在一种可能的实施方式中，目标波束指示信息采用 q 个比特码字表示， q 个比特码字中的 p 个比特码字和 p 个候选波束一一对应， q 为大于等于 p 的整数；其中， p 个比特码字中的第 j 个比特码字，用于指示 p 个候选波束中的第 j 个候选波束被选为目标波束， j 为小于等于 p 的正整数。

上述目标波束指示信息的比特码字长度（也即 q ）可以由协议预先规定。例如， q 为 4、8、16 或其它数值。上述 p 个比特码字可以是 q 个比特码字中的前 p 个比特码字。

示例性地，假设 q 为 4，基站给终端配置了 3 个候选波束（分别为 beam#1、beam#2 和 beam#3），则目标波束指示信息采用 4 个比特码字表示，该 4 个比特码字的前 3 个比特码字依次对应于 beam#1、beam#2 和 beam#3。假设 1 表示被选为目标波束，0 表示未被选为目标波束。当目标波束指示信息为 0100 时，则表示 beam#2 被选为目标波束，beam#1 和 beam#3 未被选为目标波束；当目标波束指示信息为 1010 时，则表示 beam#1 和 beam#3 被选为目标波束，beam#2 未被选为目标波束；当目标波束指示信息为 1110 时，则表示 beam#1、beam#2 和 beam#3 均被选为目标波束。

当目标波束指示信息采用上述 q 个比特码字表示时，终端同时可以上报一个或者多个用于波束失败恢复的目标波束。

在另一种可能的实施方式中，目标波束指示信息采用 r 个比特码字表示， $r = \lceil \log_2 p \rceil$ ， $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整；其中， r 个比特码字为目标波束的标识信息。

上述 $r = \lceil \log_2 p \rceil$ ， $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整。例如，当 p 为 3 和 4 时， r 均取 2；当 p 为 5-8 时， r 均取 3；当 p 为 9-16 时， r 均取 4，等等。上述目标波束的标识信息用于唯一标识该目标波束。

由于 r 个比特码字为目标波束的标识信息，因此，当目标波束指示信息采用上述 r 个比特码字表示时，终端同时只可以上报一个用于波束失败恢复的目标波束。

示例性地，假设 p 为 4，表示候选波束包括 beam#1、beam#2、beam#3 和 beam#4，则 r 取 2，即目标波束指示信息采用 2 个比特码字表示。当 2 个比特码字为 00 时，则表示 4 个候选波束中的 beam#1 被选为目标波束；当 2 个比特码字为 01 时，则表示 4 个候选波束中的 beam#2 被选为目标波束；当 2 个比特码字为 10 时，则表示 4 个候选波束中的 beam#3 被选为目标波束；当 2 个比特码字为 11 时，则表示 4 个候选波束中的 beam#4 被选为目标波束。

可选地，上述目标波束的标识信息还可以是该目标波束在候选波束中的编号顺序。该编号顺序可以是候选波束对应的 TCI (transmission configuration indication, 传输配置指示) 状态编号顺序。例如，beam#1 对应于 TCI#2、beam#2 对应于 TCI#7、beam#3 对应于 TCI#14、beam#4 对应于 TCI#18。

综上所述，本公开实施例提供的技术方案中，还通过向基站发送目标波束指示信息，将终端选择的用于波束失败恢复的目标波束告知给基站，从而提供了一种终端在辅服务小区发生波束失败时的恢复方案，实现了辅服务小区的波束失败恢复。

图 3 是根据另一示例性实施例示出的一种波束失败的上报方法的流程图。该方法可应用于图 1 所示的终端中。该方法可以包括如下几个步骤 (301~304)。

在步骤 301 中，终端确定接入的 n 个辅服务小区中的目标辅服务小区发生波束失败， n 为正整数。

有关于本步骤的介绍，与图 2 实施例中步骤 201 的介绍相同或类似，此处不再赘述。

可选地，终端确定接入目标辅服务小区发生波束失败之后，可以向基站指示发生了波束失败，包括下述步骤 302 和 303。

在步骤 302 中，终端向基站发送上行调度请求或随机接入请求。

上述 SR (Scheduling Request, 上行调度请求) 或随机接入 (Random Access) 请求用于向基站通知终端发生波束失败。

可选地，上述 SR 可以是通用的 SR，即该 SR 与终端用于请求基站配置发送上行数据资源的 SR 相同；上述 SR 还可以是专用于上报波束失败的 SR，即该 SR 与终端用于请求基站配置发送上行数据资源的 SR 不相同。

上述随机接入请求资源可以是专门用于指示波束失败的随机接入时频码资源，即基站给终端配置了专门的随机接入时频码资源，当基站在该时频资源上

接收到该特定的随机接入前导码时，基站就获知终端发生了波束失败，但如果基站需要进一步知道终端是在哪个或哪些个服务小区上发生波束失败，则需要进一步配置 PUSCH 资源给终端来发送发生波束失败的目标辅服务小区的标识信息。

可选地，上述 SR 在 PUCCH (Physical Uplink Control Channel, 物理上行控制信道) 资源上发送。

可选地，PUCCH 资源为目标辅服务小区上的资源；或者，PUCCH 资源为终端接入的主服务小区上的资源；或者，PUCCH 资源为 n 个辅服务小区中的 PSCell (Primary Secondary Cell, 主辅服务小区) 上的资源；或者，PUCCH 为 n 个辅服务小区中除目标辅服务小区之外的其它辅服务小区上的资源。

示例性地，当目标辅服务小区属于 MCG (Master Cell group, 主服务小区组) 时，PUCCH 资源可以为终端接入的主服务小区上的资源；当目标辅服务小区属于 SCG (Secondary Cell group, 辅服务小区组) 时，该 PUCCH 资源可以为 n 个辅服务小区中的 PSCell 上的资源。

可选地，随机接入请求是在 PRACH (Physical Random Access Channel, 物理随机接入信道) 资源上发送。

可选地，PRACH 资源为目标辅服务小区上的资源；或者，PRACH 资源为终端接入的主服务小区上的资源；或者，PRACH 资源为 n 个辅服务小区中的 PSCell 上的资源；或者，PRACH 为 n 个辅服务小区中除目标辅服务小区之外的其它辅服务小区上的资源。

示例性地，当目标辅服务小区属于 MCG 时，PRACH 资源可以为终端接入的主服务小区上的资源；当目标辅服务小区属于 SCG 时，该 PRACH 资源可以为 n 个辅服务小区中的 PSCell 上的资源。

在步骤 303 中，终端接收基站发送的资源配置信息。

基站在接收到终端发送的上述 SR 或随机接入请求之后，获知有波束失败发生，进一步，基站可以向终端发送资源配置信息，该资源配置信息用于指示供终端发送第一 MAC CE 信令的 PUSCH 资源；对应地，终端接收基站发送的上述资源配置信息，获取 PUSCH 资源。

在步骤 304 中，终端向基站发送第一 MAC CE 信令，第一 MAC CE 信令中包括波束失败指示信息。

上述波束失败指示信息用于指示目标辅服务小区发生波束失败。例如，终

端在上述通过 SR 或随机接入请求获取的 PUSCH 资源上发送第一 MAC CE 信令。可选地, 如果终端还向基站发送上文介绍的第二 MAC CE 信令, 则终端也可以在该 PUSCH 资源上发送第二 MAC CE 信令。

在本实施例中, 终端在确定目标辅服务小区发生波束失败之后, 向基站通知终端发生波束失败, 以使得基站在接收到上述通知之后, 为终端分配用于上报有关波束失败的具体信息的 PUSCH 资源, 然后终端采用该基站分配的 PUSCH 资源向基站发送 MAC CE 信令。

在一些其它示例中, 当基站配置了周期性的 PUSCH 资源时, 第一 MAC CE 信令和/或第二 MAC CE 信令可以直接在该周期性的 PUSCH 资源上发送。也即, 这种情况下终端无需再通过 SR 或随机接入请求, 请求基站分配用于发送 MAC CE 信令的 PUSCH 资源。

可选地, PUSCH 资源为目标辅服务小区上的资源; 或者, PUSCH 资源为终端接入的主服务小区上的资源; 或者, PUSCH 资源为 n 个辅服务小区中的 PSCell 上的资源; 或者, PUSCH 资源为 n 个辅服务小区中除目标辅服务小区之外的其它辅服务小区上的资源。

综上所述, 本公开实施例提供的技术方案中, 还通过在 PUSCH 资源上发送用于波束失败上报和恢复的 MAC CE 信令, 避免占用过多的 PUCCH 资源。

下述为本公开装置实施例, 可以用于执行本公开方法实施例。对于本公开装置实施例中未披露的细节, 请参照本公开方法实施例。

图 4 是根据一示例性实施例示出的一种波束失败的上报装置的框图。该装置具有实现上述方法示例的功能, 所述功能可以通过硬件实现, 也可以通过硬件执行相应的软件实现。该装置可以是上文介绍的终端, 也可以设置在终端中。如图 4 所示, 该装置 400 可以包括: 目标小区确定模块 410 和第一信令发送模块 420。

目标小区确定模块 410, 被配置为确定接入的 n 个辅服务小区中的目标辅服务小区发生波束失败, 所述 n 为正整数。

第一信令发送模块 420, 被配置为向基站发送第一 MAC CE 信令, 所述第一 MAC CE 信令中包括波束失败指示信息, 所述波束失败指示信息用于指示所述目标辅服务小区发生波束失败。

综上所述, 本公开实施例提供的技术方案中, 在终端确定接入的多个辅服

务小区中的目标辅标服务小区发生波束失败时，通过向基站发送包含波束失败指示信息的 MAC CE 信令，将上述发生波束失败的目标辅服务小区通知给基站，从而提供了一种终端在辅服务小区发生波束失败时的上报方案，实现了辅服务小区的波束失败情况的上报。

在示例性实施例中，所述波束失败指示信息采用 m 个比特码字表示，所述 m 个比特码字中的 n 个比特码字和所述 n 个辅服务小区一一对应，所述 m 为大于等于所述 n 的整数；其中，所述 n 个比特码字中的第 i 个比特码字，用于指示所述 n 个辅服务小区中的第 i 个辅服务小区是否发生波束失败，所述 i 为小于等于所述 n 的正整数。

在示例性实施例中，所述波束失败指示信息采用 k 个比特码字表示，所述 $k = \lceil \log_2 n \rceil$ ， $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整；其中，所述 k 个比特码字为所述目标辅服务小区的标识信息。

在示例性实施例中，所述 p 个候选波束为所述基站通过 RRC 信令配置的波束；或者，所述 p 个候选波束为所述基站通过 RRC 信令配置的多个波束中，被 MAC 信令激活的波束。

在示例性实施例中，如图 5 所示，所述装置 400 还包括：第二信令发送模块 430。

第二信令发送模块 430，被配置为向所述基站发送第二 MAC CE 信令，所述第二 MAC CE 信令中包括目标波束指示信息，所述目标波束指示信息用于指示从 p 个候选波束中选择的用于波束失败恢复的目标波束，所述 p 为大于 1 的整数。

在示例性实施例中，所述目标波束指示信息采用 q 个比特码字表示，所述 q 个比特码字中的 p 个比特码字和所述 p 个候选波束一一对应，所述 q 为大于等于所述 p 的整数；其中，所述 p 个比特码字中的第 j 个比特码字，用于指示所述 p 个候选波束中的第 j 个候选波束被选为所述目标波束，所述 j 为小于等于所述 p 的正整数。

在示例性实施例中，所述目标波束指示信息采用 r 个比特码字表示，所述 $r = \lceil \log_2 p \rceil$ ， $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整；其中，所述 r 个比特码字为所述目标波束的标识信息。

在示例性实施例中，所述 p 个候选波束为所述基站通过 RRC 信令配置的波束；或者，所述 p 个候选波束为所述基站通过 RRC 信令配置的多个波束中，被

MAC 信令激活的波束。

在示例性实施例中，如图 5 所示，所述装置 400 还包括：请求发送模块 440 和配置信息接收模块 450。

请求发送模块 440，被配置为向所述基站发送上行调度请求或随机接入请求，所述上行调度请求或所述随机接入请求用于向所述基站通知所述终端发生波束失败。

配置信息接收模块 450，被配置为接收所述基站发送的资源配置信息，所述资源配置信息用于指示供所述终端发送所述第一 MAC CE 信令的 PUSCH 资源。

在示例性实施例中，所述第一 MAC CE 信令在所述基站为所述终端配置的周期性的 PUSCH 资源上发送。

在示例性实施例中，所述 PUSCH 资源为所述目标辅服务小区上的资源；或者，所述 PUSCH 资源为所述终端接入的主服务小区上的资源；或者，所述 PUSCH 资源为所述 n 个辅服务小区中的主辅服务小区上的资源；或者，所述 PUSCH 资源为所述 n 个辅服务小区中除所述目标辅服务小区之外的其它辅服务小区上的资源。

需要说明的一点是，上述实施例提供的装置在实现其功能时，仅以上述各个功能模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据实际需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成，即将设备的内容结构划分成不同的功能模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。

关于上述实施例中的装置，其中各个模块执行操作的具体方式已经在有关该方法的实施例中进行了详细描述，此处将不做详细阐述说明。

本公开一示例性实施例还提供了一种波束失败的上报装置，该装置可应用于上文介绍的终端中，能够实现本公开提供的波束失败的上报方法。该装置可以包括：处理器，以及用于存储处理器的可执行指令的存储器。其中，处理器被配置为：

确定接入的 n 个辅服务小区中的目标辅服务小区发生波束失败，所述 n 为正整数；

向基站发送第一 MAC CE 信令，所述第一 MAC CE 信令中包括波束失败指示信息，所述波束失败指示信息用于指示所述目标辅服务小区发生波束失败。

在示例性实施例中，所述波束失败指示信息采用 m 个比特码字表示，所述 m 个比特码字中的 n 个比特码字和所述 n 个辅服务小区一一对应，所述 m 为大于等于所述 n 的整数；

其中，所述 n 个比特码字中的第 i 个比特码字，用于指示所述 n 个辅服务小区中的第 i 个辅服务小区是否发生波束失败，所述 i 为小于等于所述 n 的正整数。

在示例性实施例中，所述波束失败指示信息采用 k 个比特码字表示，所述 $k = \lceil \log_2 n \rceil$ ， $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整；其中，所述 k 个比特码字为所述目标辅服务小区的标识信息。

在示例性实施例中，所述第一 MAC CE 信令中还包括目标波束指示信息，所述目标波束指示信息用于指示从 p 个候选波束中选择的用于波束失败恢复的目标波束，所述 p 为大于 1 的整数。

在示例性实施例中，所述处理器还被配置为：

向所述基站发送第二 MAC CE 信令，所述第二 MAC CE 信令中包括目标波束指示信息，所述目标波束指示信息用于指示从 p 个候选波束中选择的用于波束失败恢复的目标波束，所述 p 为大于 1 的整数。

在示例性实施例中，所述目标波束指示信息采用 q 个比特码字表示，所述 q 个比特码字中的 p 个比特码字和所述 p 个候选波束一一对应，所述 q 为大于等于所述 p 的整数；

其中，所述 p 个比特码字中的第 j 个比特码字，用于指示所述 p 个候选波束中的第 j 个候选波束被选为所述目标波束，所述 j 为小于等于所述 p 的正整数。

在示例性实施例中，所述目标波束指示信息采用 r 个比特码字表示，所述 $r = \lceil \log_2 p \rceil$ ， $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整；

其中，所述 r 个比特码字为所述目标波束的标识信息。

在示例性实施例中，所述 p 个候选波束为所述基站通过 RRC 信令配置的波束；或者，所述 p 个候选波束为所述基站通过 RRC 信令配置的多个波束中，被 MAC 信令激活的波束。

在示例性实施例中，所述处理器还被配置为：

向所述基站发送上行调度请求或随机接入请求，所述上行调度请求或所述随机接入请求用于向所述基站通知所述终端发生波束失败；

接收所述基站发送的资源配置信息，所述资源配置信息用于指示供所述终端发送所述第一 MAC CE 信令的 PUSCH 资源。

在示例性实施例中，所述第一 MAC CE 信令在所述基站为所述终端配置的周期性的 PUSCH 资源上发送。

在示例性实施例中，所述 PUSCH 资源为所述目标辅服务小区上的资源；或者，所述 PUSCH 资源为所述终端接入的主服务小区上的资源；或者，所述 PUSCH 资源为所述 n 个辅服务小区中的主辅服务小区上的资源；或者，所述 PUSCH 资源为所述 n 个辅服务小区中除所述目标辅服务小区之外的其它辅服务小区上的资源。

上述主要从终端和基站的角度，对本公开实施例提供的方案进行了介绍。可以理解的是，终端和基站为了实现上述功能，其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。结合本公开中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，本公开实施例能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。本领域技术人员可以对每个特定的应用来使用不同的方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本公开实施例的技术方案的范围。

图 6 是根据一示例性实施例示出的一种终端的结构示意图。

所述终端 600 包括发射器 601，接收器 602 和处理器 603。其中，处理器 603 也可以为控制器，图 6 中表示为“控制器/处理器 603”。可选的，所述终端 600 还可以包括调制解调处理器 605，其中，调制解调处理器 605 可以包括编码器 606、调制器 607、解码器 608 和解调器 609。

在一个示例中，发射器 601 调节（例如，模拟转换、滤波、放大和上变频等）该输出采样并生成上行链路信号，该上行链路信号经由天线发射给基站。在下行链路上，天线接收基站发射的下行链路信号。接收器 602 调节（例如，滤波、放大、下变频以及数字化等）从天线接收的信号并提供输入采样。在调制解调处理器 605 中，编码器 606 接收要在上行链路上发送的业务数据和信令消息，并对业务数据和信令消息进行处理（例如，格式化、编码和交织）。调制器 607 进一步处理（例如，符号映射和调制）编码后的业务数据和信令消息并提供输出采样。解调器 609 处理（例如，解调）该输入采样并提供符号估计。解码器 608 处理（例如，解交织和解码）该符号估计并提供发送给终端 600 的

已解码的数据和信令消息。编码器 606、调制器 607、解调器 609 和解码器 608 可以由合成的调制解调处理器 605 来实现。这些单元根据无线接入网采用的无线接入技术（例如，5G NR 及其他演进系统的接入技术）来进行处理。需要说明的是，当终端 600 不包括调制解调处理器 605 时，调制解调处理器 605 的上述功能也可以由处理器 603 完成。

处理器 603 对终端 600 的动作进行控制管理，用于执行上述本公开实施例中由终端 600 进行的处理过程。例如，处理器 603 还用于执行上述方法实施例中的终端侧的各个步骤，和/或本公开实施例所描述的技术方案的其它步骤。

进一步的，终端 600 还可以包括存储器 604，存储器 604 用于存储用于终端 600 的程序代码和数据。

可以理解的是，图 6 仅仅示出了终端 600 的简化设计。在实际应用中，终端 600 可以包含任意数量的发射器，接收器，处理器，调制解调处理器，存储器等，而所有可以实现本公开实施例的终端都在本公开实施例的保护范围之内。

图 7 是根据一示例性实施例示出的一种基站的结构示意图。

基站 700 包括发射器/接收器 701 和处理器 702。其中，处理器 702 也可以为控制器，图 7 中表示为“控制器/处理器 702”。所述发射器/接收器 701 用于支持基站与上述实施例中的所述终端之间收发信息，以及支持所述基站与其它网络实体之间进行通信。所述处理器 702 执行各种用于与终端通信的功能。在上行链路，来自所述终端的上行链路信号经由天线接收，由接收器 701 进行解调（例如将高频信号解调为基带信号），并进一步由处理器 702 进行处理来恢复终端所发送到业务数据和信令信息。在下行链路上，业务数据和信令信息由处理器 702 进行处理，并由发射器 701 进行调制（例如将基带信号调制为高频信号）来产生下行链路信号，并经由天线发射给终端。需要说明的是，上述解调或调制的功能也可以由处理器 702 完成。例如，处理器 702 还用于执行上述方法实施例中基站侧的各个步骤，和/或本公开实施例所描述的技术方案的其它步骤。

进一步的，基站 700 还可以包括存储器 703，存储器 703 用于存储基站 700 的程序代码和数据。此外，基站还可以包括通信单元 704。通信单元 704 用于支持基站与其它网络实体（例如核心网中的网络设备等）进行通信。例如，在 5G NR 系统中，该通信单元 704 可以是 NG-U 接口，用于支持基站与 UPF (User Plane Function, 用户平面功能) 实体进行通信；或者，该通信单元 704 也可以是 NG-C

接口，用于支持接入 AMF（Access and Mobility Management Function 接入和移动性管理功能）实体进行通信。

可以理解的是，图 7 仅仅示出了基站 700 的简化设计。在实际应用中，基站 700 可以包含任意数量的发射器，接收器，处理器，控制器，存储器，通信单元等，而所有可以实现本公开实施例的基站都在本公开实施例的保护范围之内。

本公开实施例还提供了一种非临时性计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被终端的处理器执行时实现上述波束失败的上报方法。

应当理解的是，在本文中提及的“多个”是指两个或两个以上。“和/或”，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。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的发明后，将容易想到本公开的其它实施方案。本公开旨在涵盖本公开的任何变型、用途或者适应性变化，这些变型、用途或者适应性变化遵循本公开的一般性原理并包括本公开未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的，本公开的真正范围和精神由下面的权利要求指出。

应当理解的是，本公开并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构，并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本公开的范围仅由所附的权利要求来限制。

权利要求书

1、一种波束失败的上报方法，其特征在于，所述方法包括：

终端确定接入的 n 个辅服务小区中的目标辅服务小区发生波束失败，所述 n 为正整数；

所述终端向基站发送第一媒体接入控制 MAC 控制单元 CE 信令，所述第一 MAC CE 信令中包括波束失败指示信息，所述波束失败指示信息用于指示所述目标辅服务小区发生波束失败。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述波束失败指示信息采用 m 个比特码字表示，所述 m 个比特码字中的 n 个比特码字和所述 n 个辅服务小区一一对应，所述 m 为大于等于所述 n 的整数；

其中，所述 n 个比特码字中的第 i 个比特码字，用于指示所述 n 个辅服务小区中的第 i 个辅服务小区是否发生波束失败，所述 i 为小于等于所述 n 的正整数。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述波束失败指示信息采用 k 个比特码字表示，所述 $k = \lceil \log_2 n \rceil$ ， $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整；

其中，所述 k 个比特码字为所述目标辅服务小区的标识信息。

4、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一 MAC CE 信令中还包括目标波束指示信息，所述目标波束指示信息用于指示从 p 个候选波束中选择的用于波束失败恢复的目标波束，所述 p 为大于 1 的整数。

5、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述终端向所述基站发送第二 MAC CE 信令，所述第二 MAC CE 信令中包括目标波束指示信息，所述目标波束指示信息用于指示从 p 个候选波束中选择的用于波束失败恢复的目标波束，所述 p 为大于 1 的整数。

6、根据权利要求 4 或 5 所述的方法，其特征在于，所述目标波束指示信息采用 q 个比特码字表示，所述 q 个比特码字中的 p 个比特码字和所述 p 个候选

波束一一对应，所述 q 为大于等于所述 p 的整数；

其中，所述 p 个比特码字中的第 j 个比特码字，用于指示所述 p 个候选波束中的第 j 个候选波束被选为所述目标波束，所述 j 为小于等于所述 p 的正整数。

7、根据权利要求 4 或 5 所述的方法，其特征在于，所述目标波束指示信息采用 r 个比特码字表示，所述 $r = \lceil \log_2 p \rceil$ ， $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整；

其中，所述 r 个比特码字为所述目标波束的标识信息。

8、根据权利要求 4 或 5 所述的方法，其特征在于，

所述 p 个候选波束为所述基站通过无线资源控制 RRC 信令配置的波束；

或者，

所述 p 个候选波束为所述基站通过 RRC 信令配置的多个波束中，被 MAC 信令激活的波束。

9、根据权利要求 1 至 5 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述终端向所述基站发送上行调度请求或随机接入请求，所述上行调度请求或所述随机接入请求用于向所述基站通知所述终端发生波束失败；

所述终端接收所述基站发送的资源配置信息，所述资源配置信息用于指示供所述终端发送所述第一 MAC CE 信令的物理上行共享信道 PUSCH 资源。

10、根据权利要求 1 至 5 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一 MAC CE 信令在所述基站为所述终端配置的周期性的 PUSCH 资源上发送。

11、根据权利要求 9 或 10 所述的方法，其特征在于，

所述 PUSCH 资源为所述目标辅服务小区上的资源；或者，

所述 PUSCH 资源为所述终端接入的主服务小区上的资源；或者，

所述 PUSCH 资源为所述 n 个辅服务小区中的主辅服务小区上的资源；或者，

所述 PUSCH 资源为所述 n 个辅服务小区中除所述目标辅服务小区之外的其它辅服务小区上的资源。

12、一种波束失败的上报装置，其特征在于，应用于终端中，所述装置包括：

目标小区确定模块，被配置为确定接入的 n 个辅服务小区中的目标辅服务小区发生波束失败，所述 n 为正整数；

第一信令发送模块，被配置为向基站发送第一媒体接入控制 MAC 控制单元 CE 信令，所述第一 MAC CE 信令中包括波束失败指示信息，所述波束失败指示信息用于指示所述目标辅服务小区发生波束失败。

13、根据权利要求 12 所述的装置，其特征在于，所述第一 MAC CE 信令中还包括目标波束指示信息，所述目标波束指示信息用于指示从 p 个候选波束中选择的用于波束失败恢复的目标波束，所述 p 为大于 1 的整数。

14、根据权利要求 12 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

第二信令发送模块，被配置为向所述基站发送第二 MAC CE 信令，所述第二 MAC CE 信令中包括目标波束指示信息，所述目标波束指示信息用于指示从 p 个候选波束中选择的用于波束失败恢复的目标波束，所述 p 为大于 1 的整数。

15、根据权利要求 12 至 14 任一项所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

请求发送模块，被配置为向所述基站发送上行调度请求或随机接入请求，所述上行调度请求或所述随机接入请求用于向所述基站通知所述终端发生波束失败；

配置信息接收模块，被配置为接收所述基站发送的资源配置信息，所述资源配置信息用于指示供所述终端发送所述第一 MAC CE 信令的物理上行共享信道 PUSCH 资源。

16、一种波束失败的上报装置，其特征在于，应用于终端中，所述装置包括：

处理器；

用于存储所述处理器的可执行指令的存储器；

其中，所述处理器被配置为：

确定接入的 n 个辅服务小区中的目标辅服务小区发生波束失败，所述 n 为正整数；

向基站发送第一媒体接入控制 MAC 控制单元 CE 信令，所述第一 MAC CE 信令中包括波束失败指示信息，所述波束失败指示信息用于指示所述目标辅服务小区发生波束失败。

17、一种非临时性计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求 1 至 11 任一项所述方法的步骤。