

波束失败恢复方法和装置

5 本申请要求于 2021 年 04 月 02 日提交中国专利局、申请号为 202110362327.3、申请名称为“波束失败恢复方法和装置”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。

 本申请要求于 2021 年 05 月 11 日提交中国专利局、申请号为 202110513313.7、申请名称为“波束失败恢复方法和装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合
10 在本申请中。

技术领域

 本申请涉及通信技术领域，更具体地，涉及一种波束失败恢复方法和装置。

15 背景技术

 第五代（5th generation, 5G）移动通信系统采用基于模拟波束的高频通信，模拟波束的信号覆盖范围较窄，容易被障碍物遮挡而发生波束失败（beam failure）。为了解决上述问题，在 5G 系统的版本（release, Rel）15 中，提出了波束失败恢复（beam failure recovery, BFR）流程，该流程包括：网络设备为终端设备配置一组用于波束失败检测的波束失败检测
20 资源和一组用于确定当前波束的备选波束的备选波束资源。当终端设备检测到该组波束失败检测资源中的每个资源的质量都低于门限 1 时，确定发生波束失败。其中，在对应的一组备选波束资源中存在质量高于门限 2 的资源时，终端设备可以确定一个备选波束进行波束失败恢复，该备选波束为一组备选波束资源中质量高于门限 2 的一个备选波束资源对应的波束。

25 然而，在一些场景下，可能需要在一个小小区内配置多组波束失败检测资源和多组备选波束资源，用于局部波束失败检测和恢复。例如，一个小区包括多个传输接收节点（transmission reception point, TRP）时，终端设备需要针对该一个小区中的每个 TRP 进行波束失败的检测和恢复。在上述场景中，若采用上述 BFR 方法进行波束失败恢复，由于终端设备在网络设备配置的所有波束失败检测资源的质量都低于门限 1 时，才确定发生
30 波束失败并进行波束失败恢复，从而导致终端设备不能及时地进行波束失败恢复。

 因此，亟需一种波束失败恢复方法，该方法能够及时地对波束失败进行恢复。

发明内容

 本申请提供一种波束失败恢复方法，该方法能够及时地对波束失败进行恢复。

35 第一方面，提供了一种波束失败恢复方法，包括：

 终端设备接收小区的配置信息，该小区的配置信息包括 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组，该 M 个波束失败检测资源组和该 M 个备选波束资源组一一对应，M 为整数；

当 M 为大于 1 的整数, 且该 M 个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组发生波束失败时, 该终端设备通过第一媒体接入控制元素 MAC CE 发送该小区的波束失败恢复信息。

5 与上述方法对应, 还公开一种通信装置, 该装置可以为上述终端设备, 也可以为其中的芯片或功能模块, 包括:

接收单元, 用于接收小区的配置信息, 所述小区的配置信息包括 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组, 所述 M 个波束失败检测资源组和所述 M 个备选波束资源组一一对应, M 为整数;

10 发送单元, 用于当 M 为大于 1 的整数, 且所述 M 个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组发生波束失败时, 通过第一媒体接入控制元素 MAC CE 发送所述小区对应的波束失败恢复信息。

上述小区的配置信息包括的 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组是网络设备配置给上述终端设备的信息。可以理解的是, 当 M 等于 1 时, 是由一个网络设备配置上述 M 个波束失败检测资源组和上述 M 个备选波束资源组的, 此时, 上述小区可以理解为是单 TRP 小区。当 M 为大于 1 的整数时, 是由 M 个网络设备配置上述 M 个波束失败检测资源组和上述 M 个备选波束资源组的, 此时, 上述小区可以理解为是多 TRP 小区。还理解的是, 当上述小区是多 TRP 小区时 (即, M 为大于 1 的整数), 上述小区中的下行信号是通过多个 TRP 同时发送给终端设备的, 此时, 可以将该多个 TRP 同时看作一个网络设备, 或者可以将该多个 TRP 看作整个网络设备的多个发射机。在本申请实施例中, “采用多个 TRP”与“配置了多个波束失败检测资源组”, “配置了多个备选波束资源组”, “这几种描述是相互等效的, 在不强调区别的情况下, 这几种描述表示的含义是一致的。

可选的, 上述小区的配置信息还可以包括调度请求 (scheduling requirement, SR) 资源。如果网络设备给一个终端设备配置了多个小区, 且多个小区中的至少一个小区是多 TRP 小区, 此时, 网络设备需要给该一个终端设备配置多个 SR 资源, 且该多个 SR 资源与多个 TRP 一一对应, 或者, 网络设备配置一个 SR 资源, 但该一个 SR 资源具有多个空间关系 (spatial relation) 参数 (即上行发送波束)。如果网络设备给终端设备配置的所有小区都是单 TRP 小区, 此时, 网络设备只需要配置一个 SR 资源, 且该一个 SR 资源只有单个空间关系 (spatial relation) 参数。

30 可选的, 如果网络设备给上述终端设备配置了多个小区, 多个小区包括上述小区, 那么上述终端设备接收到的配置信息不仅包括上述小区的配置信息, 还包括该多个小区中的除去上述小区之外的其它小区的配置信息。

上述技术方案中, 当终端设备确定上述小区是多 TRP 小区 (即, M 为大于 1 的整数), 且配置给小区的 M 个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组发生波束失败时, 该终端设备能够通过第一 MAC CE 上报该至少一个波束失败检测资源组对应的波束失败恢复信息。换句话说, 本申请提供的波束失败恢复方法, 用于多 TRP 小区时, 终端设备只要确定该多 TRP 小区中的一个 TRP 发生波束失败, 终端设备便可通过第一 MAC CE 上报该一个发生波束失败的 TRP 对应的波束失败恢复信息, 能够实现及时地对多 TRP 小区中发生失败的波束进行恢复。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 该第一 MAC CE 包括一个比特位图,

对于该比特位图中的任一比特,如果该任一比特对应的小区的配置信息包括 N 个波束失败检测资源组和 N 个备选波束资源组, N 为 0 或 1, 该任一比特的取值默认为第一值, 该第一值用于指示该任一比特对应的小区未发生波束失败。

上述技术方案中, 当第一 MAC CE 包括一个比特位图中的任一比特对应的小区是单 TRP 小区时, 不论该任一比特的取值等于多少 (例如, 0 或 1), 终端设备都默认该任一比特对应的小区未发生波束失败。也可以理解为, 当该任一比特对应的小区的配置信息包括 N 个波束失败检测资源组和 N 个备选波束资源组, N 为 0 或 1, 在此情况下, 该任一比特的取值默认为第一值, 第一值用于指示该任一比特对应的小区未发生波束失败, 第一值可以等于 0 或 1。也就是说, 本申请实施例提供的第一 MAC CE 仅用于上报多 TRP 小区发生波束失败的恢复信息, 针对单 TRP 小区, 即使该单 TRP 小区中发生了波束失败, 上述第一 MAC CE 也不用于上报该单 TRP 小区的波束失败恢复信息。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 该比特位图中的任一比特对应 M 个字节,

该 M 个字节与该 M 个波束失败检测资源组一一对应; 或者,
该 M 个字节与该 M 个备选波束资源组一一对应; 或者,
该 M 个字节与 M 个传输接收节点 TRP 一一对应。

其中, 上述 M 个波束失败检测资源组和上述 M 个备选波束资源组是上述 M 个 TRP 配置的。可以理解的是, 在本申请实施例中, “TRP”, “波束失败检测资源组”, 以及“备选波束资源组”, 这几种描述是相互等效, 在不强调区别的情况下, 这几种描述表示的含义是一致的。

上述任一比特对应 M 个字节, 该任一比特可以理解为是网络设备给终端设备配置的一个小区对应的一个比特, 且该任一比特对应的小区是发生波束失败的多 TRP 小区。例如, 可以是该多 TRP 小区中的一个 TRP 发生波束失败。或者, 可以是该多 TRP 小区中的部分或全部 TRP 发生波束失败。其中, 一个小区发生了波束失败, 可以理解为, 终端设备在该一个小区的配置信息包括的 M 个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 该 M 个字节中的每个字节中包括一个第一字段, 该第一字段用于指示该每个字节对应的波束失败检测资源组中是否检测到波束失败。

在本申请实施例中, 波束失败检测资源组与 TRP 可以相互等效的。也就是说, 上述第一字段也可以用于指示每个字节对应的 TRP 是否发生波束失败。其中, 第一字段的长度可以为 1 比特, 此时第一字段可以位于该第一字段所在字节的第一比特, 或第二比特。可选的, 第一字段的长度还可以为更多数目的比特。例如, 第一字段的长度还可以为 2 比特, 此时第一字段可以采用该第一字段所在字节的任意 2 比特 (例如前 2 比特)。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 如果该第一字段指示该每个字节对应的波束失败检测资源组中未检测到波束失败, 该每个字节中的剩余字段为空。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 该 M 个字节中的每个字节中还包括一个第二字段,

该第二字段用于指示该每个字节对应的备选波束资源组是否存在满足质量要求的备选波束资源。

可选的，上述第二字段用于指示每个字节中是否存在备选波束资源信息。在本申请实施例中，备选波束资源组与 TRP 可以相互等效的。也就是说，第二字段也可以用于指示每个字节对应的 TRP 是否存在满足质量要求的备选波束资源。其中，第二字段的长度可以为 1 比特，此时第二字段可以位于该第二字段所在字节的第一比特，第二比特或第三比特。可选的，第二字段的长度还可以为更多数目的比特。例如，第二字段的长度还可以为 2 比特，此时第二字段可以采用该第二字段所在字节的任意 2 比特（例如前 2 比特）。

可以理解的是，当第二字段表示该第二字段所在字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束资源时，该第二字段所在字节中存在剩余的其他字段携带进一步的波束失败恢复信息。当第二字段表示该第二字段所在字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束资源时，该第二字段所在字节中剩余字段为空值，即不存在波束失败恢复信息，终端设备可以忽略。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该 M 个字节中的每个字节中还包括一个第三字段，

该第三字段用于指示该每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束资源的信息。

在本申请实施例中，备选波束资源组与 TRP 可以相互等效的。也就是说，第三字段也可以用于指示每个字节对应的 TRP 是否存在满足质量要求的备选波束资源的信息。其中，第三字段的长度可以为 6 比特，或 5 比特。例如，当第三字段的长度为 6 比特时，该第三字段具体可以是该字段所在字节的最后 6 比特。例如，当第三字段的长度为 5 比特时，该第三字段具体可以是该字段所在字节的最后 5 比特。可选的，第三字段的长度还可以为其它数值，对此不作具体限定。

上述技术方案中提供了一种类型的第一 MAC CE，记为第一种类型的第一 MAC CE。可以理解的是，在一些实现方式中，上述第一种类型的第一 MAC CE 包括的比特位图中的一个比特对应一个字段，该一个字段对应一个小区。在另一些实现方式中，上述第一种类型的第一 MAC CE 包括多个字段，该多个字段中的每个字段对应一个小区，且该多个字段中的每个字段采用多个比特（2 个比特或 2 个以上比特），在此情况下，可以将该多个字段整体看作是一个比特位图。也就是说，此时第一 MAC CE 包括的比特位图中的一个字段包括多个比特，且该一个字段对应一个小区。其中，第一种类型的第一 MAC CE 包括的第一字段用于指示该字段所在字节对应的波束失败检测资源组是否发生波束失败，该第一种类型的第一 MAC CE 包括的第二字段用于指示该字段所在字节对应的波束失败检测资源组对应的备选波束资源组是否存在满足质量要求的备选波束资源，该第一种类型的第一 MAC CE 包括的第三字段用于指示该字段所在字节对应的备选波束资源组中满足质量要求的备选波束资源的信息。可以理解的是，上述第一种类型的第一 MAC CE 可以包括如下任意一种字段：上述第一字段，上述第二字段和上述第三字段。网络设备接收到终端设备发送的该第一种类型的第一 MAC CE 后，网络设备可以根据该第一种类型的第一 MAC CE 确定波束失败恢复策略，能够实现及时地对多 TRP 小区中发生失败的波束进行恢复。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该比特位图中的任一比特对应一个或多个字节。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该一个或多个字节中的第一个字节中存在一个第四字段；

该第四字段用于指示该任一比特对应的字节数量。

上述任一比特对应一个或多个字节，该任一比特对应的小区可以理解为是发生波束失败的多 TRP 小区，该任一比特对应的具体字节数量等于该任一比特对应的多 TRP 小区中发生波束失败的 TRP 的数量。具体的，当任一比特对应的多 TRP 小区中仅有一个 TRP 发生波束失败，该任一比特仅对应一个字节，即上述第二种类型的第一 MAC CE 中仅包括该任一比特对应的一个字节。例如，多 TRP 小区中共有 2 个 TRP，当这 2 个 TRP 中仅有 1 个 TRP 都发生波束失败时，上述比特位图中的对应该多 TRP 小区的比特仅对应 1 个字节，这 1 个字节与发生波束失败的 TRP 对应，此时，上述第二种类型的第一 MAC CE 中仅包括该任一比特对应的一个字节。当任一比特对应的多 TRP 小区中仅有多于 1 个 TRP 发生波束失败，该任一比特仅对应多个字节，即上述比特位图中包括该任一比特对应的多个字节。例如，多 TRP 小区中共有 2 个 TRP，当这 2 个 TRP 都发生波束失败时，上述比特位图中的对应该多 TRP 小区的比特仅对应 2 个字节，这 2 个字节与这 2 个发生波束失败的 TRP 对应，此时，上述第二种类型的第一 MAC CE 中包括该任一比特对应的 2 个字节。上述技术方案中，可以根据第四字段确定比特位图中的任一比特对应的多 TRP 小区中发生波束失败的 TRP 的数量，动态调节该任一比特对应的字节数量，有利于减少资源开销。此外，还可以根据第四字段确定任一比特对应的多个字节中的第一个字节的下一个字节是否携带该任一比特对应的小区的波束失败恢复信息。可选的，上述第四字段也可以理解为用于指示多 TRP 小区中发生波束失败的 TRP 的数量。

可选的，上述第四字段还可以理解为用于指示多 TRP 小区中发生波束失败的波束失败检测资源组的数量。例如，可以定义第四字段等于 0 表示多 TRP 小区中的单个 TRP 发生波束失败，可以定义第四字段等于 1 表示多 TRP 小区中的多个 TRP 都发生波束失败。

可选的，上述第四字段还可以理解为用于指示波束失败类型，该波束失败类型可以包括：多 TRP 小区中的单个 TRP 发生波束失败，多 TRP 小区中的多个 TRP 发生波束失败，多 TRP 小区中的所有 TRP 发生波束失败。例如，小区#1 是多 TRP 传输的小区，小区#1 共包括 4 个 TRP，且该 4 个 TRP 与同一个终端设备进行通信。在此情况下，第四字段可以用于指示小区#1 中的 1 个 TRP，2 个 TRP，3 个 TRP 或 4 个 TRP 发生波束失败。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该第四字段为该一个或多个字节中的第一个字节中的一个字段；

该第四字段用于指示该第一个字节的下一字节是否携带该小区的波束失败恢复信息。

上述第四字段可以位于该第一个字节中的第一比特，或第二比特，此时该第四字段的长度为 1 比特。可选的，第四字段的长度还可以为更多数目的比特。例如，第四字段的长度还可以为 2 比特，此时第四字段可以采用该第四字段所在字节的任意 2 比特（例如前 2 比特）。

其中，上述第四字段用于指示第一个字节的下一字节是否携带小区的波束失败恢复信息，还可以理解为，该第四字段可以用于指示该第一 MAC CE 中是否存在该任一比特对应的小区的第二个字节。上述第四字段可以位于该第一个字节中的第一比特，或第二比特，此时该第四字段的长度为 1 比特。可选的，第四字段的长度还可以为更多数目的比特。例

如，第四字段的长度还可以为 2 比特，此时第四字段可以采用该第四字段所在字节的前 2 比特。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该一个或多个字节中的第一个字节中还包括第五字段，

5 该第五字段用于指示发生波束失败的 TRP 的信息。

在本申请实施例中，对发生波束失败的 TRP 的信息类型不作限定。例如，发生波束失败的 TRP 的信息可以是发生波束失败的 TRP 的索引信息，该 TRP 的索引可以是一个波束失败检测资源组的索引，即该 TRP 对应的波束失败检测资源组的索引，或者，该 TRP 的索引也可以是一个备选波束资源组的索引，即该 TRP 对应的备选波束资源组的索引，

10 或者，该 TRP 的索引还可以是一个 CORESET 分组的索引，即 CORESETPoolIndex。

可选的，上述第一 MAC CE 中还可以包括多个上述第五字段。例如，第一 MAC CE 可以包括 3 个第五字段，分别记为第五字段#1，第五字段#2 和第五字段#3，其中，第五字段#1 用于指示发生波束失败的 TRP 对应的波束失败检测资源组的索引，第五字段#2 用于指示发生波束失败的 TRP 对应的备选波束检测资源组的索引，第五字段#3 用于指示发生波束失败的 TRP 对应的 CORESET 分组的索引。

15 上述第五字段的长度可以为 1 比特，第五字段的长度还可以为更多数目的比特。例如，

第五字段的长度还可以为 2 比特，此时第五字段可以采用该第五字段所在字节的任意 2 比特（例如前 2 比特）。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第六字段，该第六字段用于指示该每个字节对应的波束失败检测资源组，或该每个字节对应的备选波束资源组。

20 上述第六字段的长度可以为 1 比特，第六字段的长度还可以为更多数目的比特，对此不作具体限定。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，上述一个或多个字节中的每个字节还包括一个第七字段，第七字段用于指示每个字节对应的备选波束资源组中是否存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源。或者，第七字段用于指示每个字节中是否存在备选波束资源信息。在本申请实施例中，备选波束资源组与 TRP 可以相互等效的。换句话说，第七字段也可以用于指示每个字节对应的 TRP 是否存在满足质量要求的备选波束资源。其中，第七字段的长度可以为 1 比特，此时第七字段的位置可以是对应的

25 字节中的第一比特，第二比特或第三比特。例如，如果任一比特对应多个字节，此时，多个字节中的第一个字节中的第七字段可以位于该第一个字节中的第三个比特，多个字节中的第二个字节中的第七字段也可以位于第二个字节中的第三个比特，或者第二个字节中的第七字段还可以位于第二个字节中的第一个比特。可选的，第七字段的长度还可以为更多数目的比特，对此不作具体限定。

35 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，上述一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第八字段，第八字段用于指示每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。在本申请实施例中，备选波束资源组与 TRP 可以相互等效的。换句话说，第八字段也可以用于指示每个字节对应的 TRP 是否存在满足质量要求的备选波束资源的信息。其中，第三字段的长度可以为 6

比特，或 5 比特。例如，当第三字段的长度为 6 比特时，该第三字段具体可以是该字段所在字节的最后 6 比特。例如，当第三字段的长度为 5 比特时，该第三字段具体可以是该字段所在字节的最后 5 比特。可选的，第八字段的长度还可以为其它数值，对此不作具体限定。可以理解的是，本申请实施例中对第八字段有两种定义方式，上述第八字段用于指示
5 每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束资源的信息，为本申请实施例提供的第八字段的第一种定义方式。

上述技术方案中提供了另一种类型的第一 MAC CE，记为第二种类型的第一 MAC CE。可以理解的是，在一些实现方式中，上述第二种类型的第一 MAC CE 包括的比特位图中的一个比特对应一个字段，该一个字段对应一个小区。在另一些实现方式中，上述第
10 二种类型的第一 MAC CE 包括多个字段，该多个字段中的每个字段对应一个小区，且该多个字段中的每个字段采用多个比特（2 个比特或 2 个以上比特），在此情况下，可以将该多个字段整体看作是一个比特位图。也就是说，此时第一 MAC CE 包括的比特位图中的一个字段包括多个比特，且该一个字段对应一个小区。

其中，第二种类型的第一 MAC CE 可以包括如下任意一种字段：上述第四字段，上
15 述第五字段，上述第七字段和上述第八字段。

网络设备接收到终端设备发送的该第二种类型的第一 MAC CE 后，网络设备可以根据该第二种类型的第一 MAC CE 确定波束失败恢复策略，能够实现及时地对采用多 TRP 小区中发生失败的波束进行恢复。

在一些实现方式中，上述一个或多个字节中的每个字节中同时包括上述第四字段，上
20 述第六字段，上述第七字段和上述第八字段。

上述技术方案中提供了另一种类型的第一 MAC CE，记为第三种类型的第一 MAC CE。可以理解的是，在一些实现方式中，上述第三种类型的第一 MAC CE 包括的比特位图中的一个比特对应一个字段，该一个字段对应一个小区。在另一些实现方式中，上述第
25 三种类型的第一 MAC CE 包括多个字段，该多个字段中的每个字段对应一个小区，且该多个字段中的每个字段采用多个比特（2 个比特或 2 个以上比特），在此情况下，可以将对应小区的该多个字段整体看作是一个比特位图。也就是说，此时第一 MAC CE 包括的比特位图中的一个字段包括多个比特，且该一个字段对应一个小区。其中，第三种类型的第一 MAC CE 可以包括上述第四字段，上述第六字段，上述第七字段和上述第八字段。网络设备接收到终端设备发送的该第三种类型的第一 MAC CE 后，网络设备可以根据该
30 第三种类型的第一 MAC CE 确定波束失败恢复策略，能够实现及时地对采用多 TRP 小区中发生失败的波束进行恢复。可以理解的是，本申请实施例提供的上述三种类型的第一 MAC CE 的具体格式仅为示意并不对本申请实施例提供的第一 MAC CE 的具体格式构成任何限定。可选的，在一些实现方式中，本申请实施例提供的第一 MAC CE 可以包括上述多个字段（该多个字段包括：第一字段，第二字段，第三字段，第四字段，第五字段，
35 第六字段，第七字段和第八字段）中的任意一种字段或任意多种字段。例如，在一些实现方式中，上述第一 MAC CE 可以仅包括上述第一字段。例如，在一些实现方式中，上述第一 MAC CE 可以包括上述第四字段。例如，在一些实现方式中，上述第一 MAC CE 可以包括上述第六字段。例如，在一些实现方式中，上述第一 MAC CE 可以包括上述第一字段和上述第二字段。例如，在一些实现方式中，上述第一 MAC CE 还可以包括上述第

一字段, 上述第二字段和上述第四字段。例如, 在一些实现方式中, 上述第一 MAC CE 还可以包括上述第四字段和上述第五字段。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 该一个或多个字节中的每个字节中还
5 包括一个第八字段, 该第八字段的取值包括多个字段值, 该多个字段值中的一个字段值用于表示该每个字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束资源, 该多个
10 字段值中除去该一个字段值之外的每个字段值用于表示一个满足质量要求的备选波束资源的信息。

其中, 上述第八字段为本申请实施例提供的第二种定义方式。第八字段包括的比特数
可以是多个, 例如, 第八字段包括 4 比特, 5 比特, 6 比特或 7 比特等。

10 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 该第一 MAC CE 还包括一个第十
15 字段,

该第十字段用于指示波束失败的类型, 当 M 等于 2 时, 该波束失败的类型包括: 该
15 M 个波束失败检测资源组中的第一个波束失败检测资源组中发生波束失败, 该 M 个波束
失败检测资源组中的第二个波束失败检测资源组中发生波束失败, 该 M 个波束失败检测
资源组中的两个波束失败检测资源组都发生波束失败。

其中, M 可以等于但不限于为 2, M 还可以为其它大于 1 的整数, 例如, M 还可以等
于 3, 4 或 5 等。相应地, 第十字段用于指示波束失败的类型会包括更多种类。示例性的,
以 M 等于 3 为例, 第十字段用于指示波束失败的类型可以包括: 3 个波束失败检测资源组
20 中的第一个波束失败检测资源组中发生波束失败, 该 3 个波束失败检测资源组中的第二
个波束失败检测资源组中发生波束失败, 该 3 个波束失败检测资源组中的第三个波束失
败检测资源组中发生波束失败, 该 3 个波束失败检测资源组中的任意两个波束失败检测
资源组中发生波束失败, 以及该 3 个波束失败检测资源组都发生波束失败。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 该第十字段包括 2 比特,

该 2 比特中的每个比特对应该 M 个波束失败检测资源组中的一个波束失败检测资源
25 组, 该每个比特用于表示对应的一个波束失败检测资源组中是否发生波束失败。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中,

当该第十字段指示该 M 个波束失败检测资源组中的该两个波束失败检测资源组都发
生波束失败时, 该任一比特对应两个字节;

30 当该第十字段指示该 M 个波束失败检测资源组中的一个波束失败检测资源组发生波
束失败时, 该任一比特对应一个字节。

应理解的是, 上述技术方案中都是以 M 等于 2, 且第十字段包括 2 比特为例进行介绍
的。可选的, 上述 M 还可以为大于 1 且不等于 2 之外的其它整数。例如, M 还可以等于
3, 此时, 第十字段用于指示波束失败的类型具体可以包括: 该 M 个波束失败检测资源组
35 中的第一个波束失败检测资源组中发生波束失败, 该 M 个波束失败检测资源组中的第二
个波束失败检测资源组中发生波束失败, 该 M 个波束失败检测资源组中的第三个波束失
败检测资源组中发生波束失败, 该 M 个波束失败检测资源组中的三个波束失败检测资源
组都发生波束失败。可选的, 上述第十字段还可以包括更多数目 (例如, 3 比特等) 的比
特。

基于上述第十字段, 本申请实施例还提供了另一种类型的第一 MAC CE, 记为第五种

类型的第一 MAC CE。

本申请实施例提供的第五种类型的第一 MAC CE 包括：一个比特位图。可以理解的是，该第五种类型的第一 MAC CE 包括的一个比特位图的定义，与上述第一种类型的第一 MAC CE 包括的一个比特位图的定义相同，此处未详细描述的内容具体可以参考对上述第一种类型的第一 MAC CE 包括的一个比特位图的定义。或者，该第五种类型的第一 MAC CE 包括的一个比特位图的定义，与上述第四种类型的第一 MAC CE 包括的一个比特位图的定义相同，此处未详细描述的内容具体可以参考对上述第四种类型的第一 MAC CE 包括的一个比特位图的定义。

可选的，上述比特位图中的任一比特对应一个或多个字节，

其中，第五种类型的第一 MAC CE 包括上述第十字段。即本申请实施例提供的第五种类型的第一 MAC CE 可以理解为，是包括第十字段的第一 MAC CE，对第五种类型的第一 MAC CE 中包括的其它字段不作具体限定。示例性的，第五种类型的第一 MAC CE 中还可以包括上述第七字段和上述第一种定义方式的第八字段。示例性的，第五种类型的第一 MAC CE 中还可以包括上述第二种定义方式的第八字段。示例性的，第五种类型的第一 MAC CE 还可以包括上述第七字段和上述第二种定义方式的第八字段。

可以理解的是，当第一 MAC CE 包括的比特位图中的任一比特对应的小区是多 TRP 小区时，本申请实施例提供的第一 MAC CE 还可以包括如下多种字段中的任意一种或任意多种字段：

字段 1，字段 1 用于指示多 TRP 小区中发生波束失败的 TRP 数量，或者，字段 1 用于指示多 TRP 小区中发生波束失败的波束失败检测资源组的数量。

字段 2，字段 2 用于指示多 TRP 小区中发生波束失败的波束失败类型，波束失败类型可以包括以下一种或多种：多 TRP 小区中的单个 TRP 发生波束失败，多 TRP 小区中的部分 TRP 发生波束失败，多 TRP 小区中的所有 TRP 发生波束失败。当多 TRP 小区配置有 2 个波束失败检测资源组时，波束失败类型也可以包括以下一种或多种：第一个 TRP 发生波束失败，第二个 TRP 发生波束失败，两个 TRP 都发生波束失败，两个 TRP 都未发生波束失败。例如，字段 2 包括 2 比特，该字段 2 对应 4 个字段值，每个字段值对应上述一种类型。波束失败类型也可以包括以下一种或多种：第一个 TRP 发生波束失败，第二个 TRP 发生波束失败，两个 TRP 都发生波束失败。字段 2 包括 2 比特，对应 4 个字段值，其中三个字段值分别表示第一个 TRP 发生波束失败，第二个 TRP 发生波束失败和两个 TRP 都发生波束失败。

字段 3，字段 3 对应的一个 TRP，字段 3 用于指示该字段 3 对应的 TRP 是否发生波束失败。或者，字段 3 对应一个波束失败检测资源组，字段 3 用于指示在该字段 3 对应的波束失败检测资源组中是否检测到波束失败。当某个上述字段表示未发生波束失败时，该字段所在的那个字节中剩余字段可以无具体含义，终端设备可以忽略。上述字段 3 的数量可以有 M 个，分别对应 M 个 TRP，或分别对应 M 个波束失败检测资源组，或分别对应 M 个 TRP，或分别对应 M 个 CORESET 分组。

字段 4，字段 4 用于指示发生波束失败的 TRP 的信息，如 TRP 的索引。上述 TRP 的索引可以是一个波束失败检测资源组的索引，即该 TRP 对应的波束失败检测资源组的索引；也可以是一个备选波束资源组的索引，即该 TRP 对应的备选波束资源组的索引；也

可以是一个 CORESET 分组的索引, 即 CORESETPoolIndex。也可以包括多个上述字段, 用于指示多个发生波束失败的 TRP 或该 TRP 对应的波束失败检测资源组/备选波束资源组/CORESET 分组的索引。

5 在本申请实施例中, 对发生波束失败的 TRP 的信息类型不作限定。例如, 发生波束失败的 TRP 的信息可以是发生波束失败的 TRP 的索引信息, 该 TRP 的索引可以是一个波束失败检测资源组的索引, 即该 TRP 对应的波束失败检测资源组的索引, 或者, 该 TRP 的索引也可以是一个备选波束资源组的索引, 即该 TRP 对应的备选波束资源组的索引, 或者, 该 TRP 的索引还可以是一个 CORESET 分组的索引, 即 CORESETPoolIndex。

10 可选的, 上述第一 MAC CE 中还可以包括多个上述字段 4。例如, 第一 MAC CE 可以包括 3 个字段 4, 其中, 第 1 个字段 4 用于指示发生波束失败的 TRP 对应的波束失败检测资源组的索引, 第 2 个字段 4 用于指示发生波束失败的 TRP 对应的备选波束检测资源组的索引, 第 3 个字段 4 用于指示发生波束失败的 TRP 对应的 CORESET 分组的索引。

字段 5, 字段 5 用于指示终端设备上报的备选波束资源的数量。

15 字段 6, 字段 6 对应一个 TRP, 字段 6 用于表示该字段 6 对应的一个 TRP 是否存在满足质量要求的备选波束资源。或者, 字段 6 对应一个备选波束资源组, 字段 6 用于指示该字段 6 对应的备选波束资源组中是否存在满足质量要求的备选波束资源。或者, 当某个上述字段表示不存在满足质量要求的备选波束资源信息时, 该字段所在的那个字节中剩余字段无具体含义, 终端设备可忽略。上述字段 6 的数量可以有 M 个, 分别对应 M 个 TRP, 或分别对应 M 个波束失败检测资源组, 或分别对应 M 个 TRP, 或分别对应 M 个 CORESET 20 分组。

字段 7, 字段 7 用于指示备选波束资源的信息。上述字段 7 的数量可以有 M 个, 分别对应 M 个 TRP, 或分别对应 M 个波束失败检测资源组, 或分别对应 M 个 TRP, 或分别对应 M 个 CORESET 分组。字段 7 的一个字段值可以预留起来表示不存在满足质量要求的备选波束资源。例如, 字段 7 对应的所有比特的值全为 0 或全为 1 时, 表示不存在满足 25 质量要求的备选波束资源。其余的字段值指示一个满足质量要求的备选波束资源的信息。

可以理解的是, 当上述第一 MAC CE 中包括上述多个字段 7 时, 上述多个字段 7 指示的多个备选波束资源可以理解为是多个备选波束资源组中的资源, 即该多个备选波束资源与该多个备选波束资源组一一对应。在此情况下, 上述多个备选波束资源在第一 MAC CE 中的排列顺序可以按照上述多个备选波束资源对应的备选波束资源组的顺序 (例如, 30 索引大小顺序或配置顺序) 进行排列。上述备选波束资源的信息可以但不限于是备选波束资源的索引。

字段 8, 字段 8 用于指示上报的一个备选波束资源属于哪个 TRP, 或者, 字段 8 用于指示上报的一个备选波束资源属于哪个备选波束资源组。

35 可以理解的是, 当终端设备需要上报多个备选波束资源时, 第一 MAC CE 中可以包括多个字段 8, 该多个字段 8 用于指示上报的多个备选波束资源分别属于哪个 TRP, 或者, 该多个字段 8 用于指示上述多个备选波束资源分别属于哪个备选波束资源组。

在一种情形中, 当一个波束失败检测资源组中发生波束失败, 终端设备发送上述第一 MAC CE 后, 另一个波束失败检测资源组也相继发生波束失败。即一个 TRP 的波束失败恢复还在进行中, 另一个 TRP 又发生了波束失败。在这种情况下, 终端设备可以采用以

下方法。方法一：终端设备发送另一个第一 MAC CE，用于通知网络设备另一波束失败检测资源组也发生波束失败，以及上报该波束失败检测资源组对应的备选波束资源的信息，如是否存在满足质量要求的备选波束资源以及具体的备选波束资源信息。方法二：终端设备可以发送另一个第一 MAC CE，用于通知网络设备两个波束失败检测资源组都发生波束失败，以及上报两个波束失败检测资源组对应的备选波束资源的信息，如是否存在满足质量要求的备选波束资源以及具体的备选波束资源的信息。也可以规定在前一个波束失败恢复流程完成之前，终端设备不发送其他第一 MAC CE。换句话说，需要在终端设备收到前一个第一 MAC CE 的响应消息，或收到该响应消息并间隔一定的时间后，如 28 个符号对应的时间后，才能再发送另一个第一个 MAC CE 来通知网络设备另一个波束失败检测资源组也发生波束失败。

可选的，上述方法一和方法二中，终端设备具体采用哪一种还可以根据条件来判定。具体的，第一条件满足时，采用方法一。第二条件满足时采用第二条件。

第一条件可以是一下一项或多项的组合：

终端设备发送前一个第一 MAC CE 发送后，已收到相应的响应消息；

当前时间距离收到前一个第一 MAC CE 的响应消息起，还未满一定的时间，如 28 个符号对应的时间。

第二条件可以是以下一项或多项的组合：

终端设备发送前一个第一 MAC CE 后，还未收到相应的响应消息。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该方法还包括：

当 M 等于 1，且该 M 个波束失败检测资源组发生波束失败时，该终端设备通过第二 MAC CE 发送该小区对应的波束失败恢复信息。

上述技术方案中提供了一种类型的第二 MAC CE，记为第一种类型的第二 MAC CE。其中，当 M 等于 1 时，上述小区是采用单 TRP 小区，终端设备可以通过上述第一种类型的第二 MAC CE 上报发生波束失败的单 TRP 小区对应的波束失败恢复信息，能够实现及时地对单 TRP 小区中发生失败的波束进行恢复。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该第二 MAC CE 包括一个比特位图，对于该比特位图中的一个比特，该一个比特对应一个字节，

可选的，上述一个字节中还包括一个第七字段，第七字段用于指示该一个字节对应的备选波束资源组中是否存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源。或者，第七字段用于指示该一个字节中是否存在备选波束资源信息。在本申请实施例中，备选波束资源组与 TRP 可以相互等效的。换句话说，第七字段也可以用于指示该一个字节对应的 TRP 是否存在满足质量要求的备选波束资源。其中，第七字段的长度为 1 比特，第七字段的位置可以是对应的字节中的第一比特，第二比特或第三比特。例如，如果任一比特对应多个字节，此时，多个字节中的第一个字节中的第七字段可以位于该第一个字节中的第三个比特，多个字节中的第二个字节中的第七字段也可以位于第二个字节中的第三个比特，或者第二个字节中的第七字段还可以位于第二个字节中的第一个比特。

可选的，上述一个字节中还包括一个第八字段，第八字段用于指示该一个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。在本申请实施例中，备选波束资源组与 TRP 可以相互等效的。换句话说，第

八字段也可以用于指示该一个字节对应的 TRP 是否存在满足质量要求的备选波束资源的信息。其中，第三字段的长度可以为 6 比特，或 5 比特。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该第二 MAC CE 包括一个比特位图，
对于该比特位图中的任一比特，如果该任一比特对应的小区的配置信息包括 M 个波
束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组，M 为大于 1 的整数，该任一比特的取值默认
为第二值，该第二值用于指示该任一比特对应的小区未发生波束失败。

举例来说，对于上述第二 MAC CE 包括一个比特位图中的任一比特，如果该任一比特
对应的小区的配置信息包括 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组，M 为大于
1 的整数，任一比特的取值默认为 0 或 1，该任一比特的取值用于指示任一比特对应的
小区未发生波束失败。也就是说，该任一比特的取值等于 0 或 1，都指示该任一比特对应
的小区未发生波束失败。

上述技术方案中，当该第一种类型的第二 MAC CE 包括一个比特位图中的一个比特
对应的小区是采用多 TRP 小区，不论该多 TRP 小区是否发生波束失败，上述第一种类型
的第二 MAC CE 都不用于上报该多 TRP 小区对应的波束失败恢复信息。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该第二 MAC CE 包括一个比特位图，
且该一个比特位图中的任一比特对应一个采用多 TRP 小区。

上述任一比特的取值可以等于 0 或 1。例如，可以定义任一比特的取值等于 0 表示该
任一比特对应的一个采用多 TRP 小区中的一个 TRP 发生波束失败，可以定义任一比特的
取值等于 1 表示该任一比特对应的一个采用多 TRP 小区中的多个 TRP 发生波束失败。

上述技术方案中提供了另一种类型的第二 MAC CE，记为第二种类型的第二 MAC
CE。

终端设备可以通过上述第二种类型的第二 MAC CE 上报发生波束失败的多 TRP 小区对应
的波束失败恢复信息，能够实现及时地对多 TRP 小区中发生失败的波束进行恢复。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，当该第二 MAC CE 包括的一个比特
位图中的任一比特对应的多 TRP 小区发生波束失败时，该第二 MAC CE 中存在一个字节，
且该一个字节与该任一比特对应。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该一个字节中包括一个第九字段，

当该第九字段所在字节对应的比特对应的小区是多 TRP 小区时，该第九字段的定义
可以为以下任意一种：

该第九字段用于指示发生波束失败的 TRP 的信息，或者，该第九字段用于指示检测
到波束失败的波束失败检测资源组的信息，或者，该第九字段用于指示上报的备选波束资
源对应的备选波束资源组的信息。

上述该第九字段用于指示发生波束失败的 TRP 的信息，可以理解为，该第九字段用
于指示该第九字段所在字节对应的多 TRP 小区对应的波束失败恢复信息。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，

该第九字段用于指示发生波束失败的 TRP 数量，或者，该第九字段用于指示波束失
败的类型，其中，波束失败的类型包括：多 TRP 小区中的单个 TRP 发生波束失败，多 TRP
小区中的部分或所有 TRP 发生波束失败。

上述技术方案中，需要要求网络设备配置给一个小区中的备选波束资源组的备选波束

资源采用跨资源组的编号方式，基于此，终端设备可以通过上报的备选波束资源的索引确定该备选波束资源具体是属于哪个 TRP 的。

5 举例来说，当 M 等于 2 时，小区的配置信息包括两个备选波束资源组，每个备选波束资源组包括 4 个备选波束资源。第一个备选波束资源组中的 4 个资源的编号可以为{#0, #1, #2, #3}，第二个备选波束资源组中的 4 个资源的编号可以为{#4, #5, #6, #7}，在此情况下，可以认为网络设备配置给上述小区的备选波束资源组的备选波束资源是采用跨资源组的编号方式进行配置的。

10 当该第九字段所在字节对应的比特对应的小区是单 TRP 小区时，该第九字段用于指示预留字段，即该第九字段为空，无具体含义。结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该一个字节中包括一个第八字段，

该第八字段用于指示该一个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。

15 在本申请实施例中，备选波束资源组与 TRP 可以相互等效的。换句话说，第八字段也可以用于指示该一个字节对应的 TRP 是否存在满足质量要求的备选波束资源的信息。其中，第三字段的长度可以为 6 比特，或 5 比特。

20 上述技术方案中，终端设备可以通过上述第二种类型的第二 MAC CE 上报发生波束失败的单 TRP 小区以及多 TRP 小区对应的波束失败恢复信息，能够实现及时地对单 TRP 小区以及多 TRP 小区中发生失败的波束进行恢复。可以理解的是，如果第二种类型的第二 MAC CE 包括的一个比特位图中的任一比特对应的小区是单 TRP 小区，那么该任一比特对应的 R 字段是没有具体含义。如果第二种类型的第二 MAC CE 包括的一个比特位图中的任一比特对应的小区是多 TRP 小区，那么该任一比特对应的 R 字段用于指示该 R 字段所在字节对应的小区对应的波束失败恢复信息，或表示发生波束失败的 TRP 数量，或表示波束失败的类型。

25 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该第一 MAC CE 对应的第一逻辑信道标识 LCID 与该第二 MAC CE 对应的第二 LCID 不相同。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该第二 LCID 为 50 或 51，

该第一 LCID 为以下逻辑信道标识中的任意一种标识：35,36,37,38,39,40,41,42,43,44 或 47。

30 可以理解的是，上述第一 LCID 的具体取值和上述第二 LCID 的具体取值仅为示意并不构成任何限定。也就是说，在保证上述第一 LCID 的取值与上述第二 LCID 的取值不相同的情况下，上述第一 LCID 的取值还可以为其它值，上述第二 LCID 的取值还可以为其它值。

35 可以理解的是，上述第一方面所描述的第一 MAC CE 的具体格式和第二 MAC CE 的具体格式仅为示意并不构成任何限定。例如，上述第一 MAC CE 或上述第二 MAC CE 中还可以包括其他字段（例如，预留字段）。还应理解的是，根据上述提供的 MAC CE 包括的比特位图中的任一比特与字节的对应关系，以及上述提供的多个字段（第一字段，第二字段，第三字段，第四字段，第五字段，第六字段，第七字段，第八字段和第九字段）进行组合得到的 MAC CE 都属于本申请实施例要求保护的 MAC CE 的格式。

第二方面，提供了一种波束失败恢复方法，该方法包括：

网络设备发送小区的配置信息，该小区的配置信息包括 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组，该 M 个波束失败检测资源组和该 M 个备选波束资源组一一对应，M 为整数；

5 该网络设备接收第一媒体接入控制元素 MAC CE，该第一 MAC CE 携带该小区对应的波束失败恢复信息，该第一 MAC CE 是终端设备在该 M 个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组发生波束失败的情况下发送的，且 M 为大于 1 的整数；

该网络设备根据该第一 MAC CE 确定是否将第一波束切换为第二波束，该第一波束是用于传输该至少一个波束失败检测资源组的波束，该第二波束是用于传输该 M 个备选波束资源组中的至少一个备选波束资源组的波束，该至少一个备选波束资源组与该至少一个波束失败检测资源组一一对应。

其中，该网络设备接收第一媒体接入控制元素 MAC CE 可以理解为，终端设备确定 M 为大于 1 的整数，且该 M 个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组发生波束失败时，该终端设备通过第一 MAC CE 发送该小区对应的波束失败检测资源，相应地，与该终端设备进行通信的该网络设备接收到该第一 MAC CE。

15 应理解的是，上述第二方面所述的第一 MAC CE 与上述第一方面所述的第一 MAC CE 相同，因此，上述第二方面中未详细介绍的第一 MAC CE 的格式具体可以参见上述第一方面的描述。

上述技术方案中，网络设备根据接收到的第一 MAC CE 可以确定多 TRP 小区中发生波束失败的 TRP，以及该发生波束失败的 TRP 对应的备选波束资源。网络设备确定存在发生波束失败的 TRP 对应的备选波束资源时，网络设备可以将发生波束失败的 TRP 从当前的波束（即，上述第一波束）切换至用于传输备选波束资源的波束（即，上述第二波束），能够实现及时地对多 TRP 小区中发生失败的波束进行恢复。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该网络设备根据该第一 MAC CE 确定是否将第一波束切换为第二波束，包括：

25 该网络设备根据该第一 MAC CE 确定该至少一个波束失败检测资源组对应的备选波束资源组存在满足质量要求的第一备选波束资源，以及该满足质量要求的第一备选波束资源的信息；

该网络设备将该第一波束切换为该第二波束。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该方法还包括：

30 该网络设备接收第二 MAC CE，该第二 MAC CE 携带该小区对应的波束失败恢复信息，该第二 MAC CE 是终端设备在该 M 个波束失败检测资源组发生波束失败的情况下发送的，且 M 为等于 1 的整数；

该网络设备根据该第二 MAC CE 确定是否将第三波束切换为第四波束，该第三波束是用于传输该 M 个波束失败检测资源组的波束，该第四波束是用于传输该 M 个备选波束资源组的波束，该 M 个波束失败检测资源组与该 M 个备选波束资源组对应。

可以理解的是，上述第二方面所述的第二 MAC CE 与上述第一方面所述的第一种类型的第二 MAC CE 相同，因此，上述第二方面中未详细介绍的第二 MAC CE 的格式具体可以参见上述第一方面的相关描述。

上述技术方案中，网络设备根据接收到的第二 MAC CE（即，第一种类型的第二 MAC

CE)可以确定单TRP小区中发生波束失败的TRP,以及该发生波束失败的TRP对应的备选波束资源。网络设备确定存在发生波束失败的TRP对应的备选波束资源时,网络设备可以将发生波束失败的TRP从当前的波束(即,上述第三波束)切换至用于传输备选波束资源的波束(即,上述第四波束),能够实现及时地对单TRP小区中发生失败的波束进行恢复。

结合第二面,在第二方面的某些实现方式中,该网络设备根据该第二MAC CE确定是否将第三波束切换为第四波束,包括:

该网络设备根据该第二MAC CE确定该M个波束失败检测资源组对应的备选波束资源组存在满足质量要求的第二备选波束资源,以及该满足质量要求的第二备选波束资源的信息;

该网络设备将该第三波束切换为该第四波束。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,该第一MAC CE对应的第一逻辑信道标识LCID与该第二MAC CE对应的第二LCID不相同。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,该第二LCID为50或51,

该第一LCID为以下逻辑信道标识中的任意一种标识:35,36,37,38,39,40,41,42,43,44或47。

应理解的是,上述第二方面所述的第一MAC CE与上述第一方面所述的第一MAC CE相同,上述第二方面所述的第二MAC CE与上述第一方面所述的第二MAC CE相同,因此,上述第二方面中未详细介绍的第一MAC CE和第二MAC CE的格式具体可以参见上述第一方面的描述。

第三方面,提供了一种通信装置,包括用于执行第一方面以及第一方面中任一种可能实现方式中的方法的各个模块或单元。

第四方面,提供了一种通信装置,包括处理器。该处理器与存储器耦合,可用于执行存储器中的指令,以实现上述第一方面以及第一方面中任一种可能实现方式中的方法。可选地,该通信装置还包括存储器。可选地,该通信装置还包括通信接口,处理器与通信接口耦合。

在一种实现方式中,该通信装置为终端设备。当该通信装置为终端设备时,该通信接口可以是收发器,或,输入/输出接口。

在另一种实现方式中,该通信装置为配置于终端设备中的芯片。当该通信装置为配置于终端设备中的芯片时,该通信接口可以是输入/输出接口。

可选地,该收发器可以为收发电路。可选地,该输入/输出接口可以为输入/输出电路。

第五方面,提供了一种通信装置,包括用于执行第二方面以及第二方面中任一种可能实现方式中的方法的各个模块或单元。

第六方面,提供了一种通信装置,包括处理器。该处理器与存储器耦合,可用于执行存储器中的指令,以实现上述第二方面以及第二方面中任一种可能实现方式中的方法。可选地,该通信装置还包括存储器。可选地,该通信装置还包括通信接口,处理器与通信接口耦合。

在一种实现方式中,该通信装置为网络设备。当该通信装置为网络设备时,该通信接口可以是收发器,或,输入/输出接口。

在另一种实现方式中，该通信装置为配置于网络设备中的芯片。当该通信装置为配置于网络设备中的芯片时，该通信接口可以是输入/输出接口。

可选地，该收发器可以为收发电路。可选地，该输入/输出接口可以为输入/输出电路。

第七方面，提供了一种处理器，包括：输入电路、输出电路和处理电路。该处理电路
5 用于通过该输入电路接收信号，并通过该输出电路发射信号，使得该处理器执行第一方面至第二方面以及第一方面至第二方面任一种可能实现方式中的方法。

在具体实现过程中，上述处理器可以为芯片，输入电路可以为输入管脚，输出电路可以为输出管脚，处理电路可以为晶体管、门电路、触发器和各种逻辑电路等。输入电路所接收的输入的信号可以是由例如但不限于接收器接收并输入的，输出电路所输出的信号可以
10 是例如但不限于输出给发射器并由发射器发射的，且输入电路和输出电路可以是同一电路，该电路在不同的时刻分别用作输入电路和输出电路。本申请实施例对处理器及各种电路的具体实现方式不做限定。

第八方面，提供了一种处理装置，包括处理器和存储器。该处理器用于读取存储器中存储的指令，并可通过接收器接收信号，通过发射器发射信号，以执行第一方面至第二方面
15 以及第一方面至第二方面任一种可能实现方式中的方法。

可选地，该处理器为一个或多个，该存储器为一个或多个。

可选地，该存储器可以与该处理器集成在一起，或者该存储器与处理器分离设置。

在具体实现过程中，存储器可以为非瞬时性（non-transitory）存储器，例如只读存储器（read only memory, ROM），其可以与处理器集成在同一块芯片上，也可以分别设置
20 在不同的芯片上，本申请实施例对存储器的类型以及存储器与处理器的设置方式不做限定。

应理解，相关的数据交互过程例如发送测量配置信息可以为从处理器输出测量配置信息的过程，接收信息可以为处理器接收信息的过程。具体地，处理输出的数据可以输出给发射器，处理器接收的输入数据可以来自接收器。其中，发射器和接收器可以统称为收发器。
25

上述第八方面中的处理装置可以是一个芯片，该处理器可以通过硬件来实现也可以通过软件来实现，当通过硬件实现时，该处理器可以是逻辑电路、集成电路等；当通过软件来实现时，该处理器可以是一个通用处理器，通过读取存储器中存储的软件代码来实现，该存储器可以集成在处理器中，可以位于该处理器之外，独立存在。
30

第九方面，提供了一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括：计算机程序（也可以称为代码，或指令），当该计算机程序被运行时，使得计算机执行上述第一方面至第二方面以及第一方面至第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

第十方面，提供了一种计算机可读介质，该计算机可读介质存储有计算机程序（也可以称为代码，或指令）当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面至第二方面
35 以及第一方面至第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

第十一方面，提供了一种通信系统，包括前述的网络设备和终端设备。

附图说明

图1是适用于本申请实施例的一种通信系统100的示意图。

图 2 是适用于本申请实施例的一种通信系统 200 的示意图。

图 3 是本申请实施例提供的一种网络设备与终端设备的硬件结构示意图。

图 4 是适用于一种波束失败恢复方法的 MAC CE 的格式示意图。

图 5 是本申请实施例提供的一种波束失败恢复方法 500 的示意图。

5 图 6 是本申请实施例提供的第一种类型的第一 MAC CE 的格式的示意图。

图 7 是本申请实施例提供的第一种类型的第一 MAC CE 的格式的示意图。

图 8 是本申请实施例提供的第二种类型的第一 MAC CE 的格式的示意图。

图 9 是本申请实施例提供的第二种类型的第一 MAC CE 的格式的示意图。

图 10 是本申请实施例提供的第三种类型的第一 MAC CE 的格式的示意图。

10 图 11 是本申请实施例提供的第三种类型的第一 MAC CE 的格式的示意图。

图 12 是本申请实施例提供的第四种类型的第一 MAC CE 的格式的示意图。

图 13 是本申请实施例提供的第四种类型的第一 MAC CE 的格式的示意图。

图 14 是本申请实施例提供的第五种类型的第一 MAC CE 的格式的示意图。

图 15 是本申请实施例提供的第五种类型的第一 MAC CE 的格式的示意图。

15 图 16 是本申请实施例提供的第二种类型的第二 MAC CE 的格式的示意图。

图 17 是本申请实施例提供的通信装置 1000 的示意性框图。

图 18 是本申请实施例提供的通信装置 1100 的示意性框图。

图 19 是本申请实施例提供的通信装置 1200 的又一示意性框图。

20 具体实施方式

下面将结合附图，对本申请中的技术方案进行描述。

在本申请的描述中，除非另有说明，‘，/’表示“或”的意思，例如，A/B 可以表示 A 或 B。本申请中的“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。此外，“至少一个”是指一个或多个，“多个”是指两个或两个以上。“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定，并且“第一”、“第二”等字样也并不限定一定不同。

25

需要说明的是，本申请中，“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本申请中被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其他实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

30

在本申请的描述中，“指示”可以包括直接指示和间接指示，也可以包括显式指示和隐式指示。例如，将某一字段（如下文所述的第一字段、第二字段等）所指示的信息称为待指示信息，则具体实现过程中，对所述待指示信息进行指示的方式有很多种。例如，可以直接指示所述待指示信息，其中所述待指示信息本身或者所述待指示信息的索引等。又例如，也可以通过指示其他信息来间接指示所述待指示信息，其中该其他信息与所述待指示信息之间存在关联关系。又例如，还可以仅仅指示所述待指示信息的一部分，而所述待指示信息

35

在本申请的描述中，“TRP”可以替换为“波束失败检测资源组”，“备选波束资源组”，或者，“CORESET 分组”，在不强调其区别时，其所要表达的含义是一致的。在本申请的描述中，TRP 发生波束失败的实质是与该 TRP 对应的波束失败检测资源组发生波束失败，或与该 TRP 对应的波束失败检测资源组中检测到波束失败。因此，“一个 TRP 发生波束失败”，可以替换为，“从该一个 TRP 对应的一个波束失败检测资源组中检测到波束失败”，在不强调其区别时，其所要表达的含义是一致的。其中，从一个波束失败检测资源组中检测到波束失败的具体含义是该波束失败检测资源组中的资源质量低于第一门限。在本申请的描述中，一个 TRP 与 1 个波束失败检测资源组和 1 个备选波束资源组是一一对应的，TRP 索引可以具体表示为该 1 个波束失败检测资源组的索引，或该 1 个备选波束资源组的索引，或者其他关联的索引，如 CORESET 分组的索引（例如，CORESETPoolIndex）。在本申请的描述中，“TRP”可以替换为“网络设备”，在不强调其区别时，其所要表达的含义是一致的。在本申请实施例中，“小区”和“服务小区”可以交替使用，在不强调其区别时，其所要表达的含义是一致的。

为便于理解本申请实施例，下面首先对本申请实施例中涉及的术语进行简单介绍。

15 1、波束

波束在 NR 协议中的体现可以是空域滤波器（spatial domain filter），或者称空间滤波器（spatial filter），或称空域参数（spatial domain parameter），空间参数（spatial parameter），空域设置（spatial domain setting），空间设置（spatial setting），或准共址（quasi-colocation, QCL）信息，QCL 假设，QCL 指示等。波束还可以通过传输配置指示状态（transmission configuration index state, TCI-state）参数来指示，或通过空间关系（spatial relation）参数来指示。因此，本申请实施例中，波束可以替换为空域滤波器，空间滤波器，空域参数，空间参数，空域设置，空间设置，QCL 信息，QCL 假设，QCL 指示，TCI-state（例如，下行链路（down link, DL）TCI-state，上行链路（up link, UL）TCI-state），或者空间关系等。上述各个术语之间相互等效。应理解的是，波束还可以替换为其他表示波束的术语，在本申请实施例中对此不作具体限定。

用于发送信号的波束可以称为发送波束（transmission beam, Tx beam），也可以称为空域发送滤波器（spatial domain transmission filter），空间发送滤波器（spatial transmission filter），空域发送参数（spatial domain transmission parameter）或空间发送参数（spatial transmission parameter），空域发送设置（spatial domain transmission setting）或空间发送设置（spatial transmission setting）。下行发送波束可以通过 TCI-state 来指示。

发送波束可以是指信号经天线发射出去后在空间不同方向上形成的信号强度的分布，接收波束可以是指从天线上接收到的无线信号在空间不同方向上的信号强度分布。

此外，波束可以是宽波束，或者窄波束，或者其他类型波束。形成波束的技术可以是波束赋形技术或者其他技术。波束赋形技术具体可以为数字波束赋形技术、模拟波束赋形技术或者混合数字/模拟波束赋形技术等。

波束一般和资源对应，例如进行波束测量时，网络设备通过不同的资源来测量不同的波束，终端设备反馈测得的资源质量，网络设备就知道对应的波束的质量。在数据传输时，波束信息也是通过其对应的资源来进行指示的。例如网络设备通过下行控制信息（downlink control information, DCI）中的传输配置指示（transmission configuration

indicator, TCI)资源,来指示终端设备物理下行共享信道(physical downlink shared channel, PDSCH)波束的信息。

5 可选地,将具有相同或者类似的通信特征的多个波束视为是一个波束。一个波束内可以包括一个或多个天线端口,用于传输数据信道、控制信道和探测信号等。形成一个波束的一个或多个天线端口也可以看作是一个天线端口集。

在本申请实施例中,若未做出特别说明,波束是指网络设备的发送波束。在波束测量中,网络设备的每一个波束对应一个资源,因此可以通过资源的索引来唯一标识该资源对应的波束。

2、波束失败检测资源

10 网络设备通过无线资源控制(radio resource control, RRC)信令为终端设备配置一个或多个波束失败检测资源(RadioLinkMonitoringRS),用于检测是否发生波束失败。RadioLinkMonitoringRS包括多个参数,各参数的解释如下。

波束失败检测相关的配置包括在RadioLinkMonitoringConfig IE中。

15 RadioLinkMonitoringConfig ::= SEQUENCE {
配置一组RadioLinkMonitoringRS资源
failureDetectionResourcesToAddModList SEQUENCE
(SIZE(1..maxNrofFailureDetectionResources)) OF RadioLinkMonitoringRS
failureDetectionResourcesToReleaseList SEQUENCE
20 (SIZE(1..maxNrofFailureDetectionResources)) OF RadioLinkMonitoringRS-Id
波束失败检测相关的计数器
beamFailureInstanceMaxCount ENUMERATED {n1, n2, n3, n4, n5, n6, n8, n10}
波束失败检测相关的计时器
beamFailureDetectionTimer ENUMERATED {pbfd1, pbfd2, pbfd3, pbfd4, pbfd5,
25 pbfd6, pbfd8, pbfd10}
}

RadioLinkMonitoringRS ::= SEQUENCE {
RadioLinkMonitoringRS的索引,用于标识该资源
30 radioLinkMonitoringRS-Id RadioLinkMonitoringRS-Id,
该资源的用途,当配置成beamFailure时,表示该资源是波束失败检测资源
purpose ENUMERATED {beamFailure, rlf, both},
该资源的类型,是SSB资源还是CSI-RS资源
detectionResource CHOICE {
35 ssb-Index SSB-Index,
csi-RS-Index NZP-CSI-RS-ResourceId
,
...
}

3、波束失败恢复配置

网络设备通过 RRC 信令为终端设备配置一个波束失败恢复配置 (BeamFailureRecoveryConfig)，其中包括该小区的波束失败恢复相关的参数，例如用于新波束发现的资源。具体参数的解释如下 (已省略部分本专利无关的参数)。

- 5 BeamFailureRecoveryConfig ::= SEQUENCE {
 备选波束判决门限，用于判断某个波束是否可以作为备选波束
 rsrp-ThresholdSSB RSRP-Range
 一个或多个用于新波束发现的资源，从这些资源中寻找可用的新波束
 candidateBeamRSList SEQUENCE
 10 (SIZE(1..maxNrofCandidateBeams)) OF PRACH-
 ResourceDedicatedBFR
 用于侦听 BFR 响应消息的 DCI 搜索空间
 recoverySearchSpaceId SearchSpaceId
 BFR 的计时器，超出计时器规定的时间还未 BFR 成功，就不再继续。
 15 beamFailureRecoveryTimer ENUMERATED {ms10, ms20, ms40, ms60,
 ms80, ms100, ms150, ms200}
 }

4、准共址 (quasi-co-location, QCL)

- 20 准共址 (quasi-co-location, QCL) 或者称准同位。具有 QCL 关系的天线端口对应的信号中具有相同的参数，或者，一个天线端口的参数可用于确定与该天线端口具有 QCL 关系的另一个天线端口的参数，或者，两个天线端口具有相同的参数，或者，两个天线端口间的参数差小于某阈值。其中，所述参数可以包括以下一项或多项：时延扩展 (delay spread)，多普勒扩展 (doppler spread)，多普勒频移 (doppler shift)，平均时延 (average delay)，平均增益，空间接收参数 (spatial Rx parameters)。其中，空间接收参数可以包括以下的一项或多项：到达角 (angle of arrival, AOA)、平均 AOA、AOA 扩展、离开角 (angle of departure, AOD)、平均离开角 AOD、AOD 扩展、接收天线空间相关性参数、发送天线空间相关性参数、发射波束、接收波束以及资源标识。

- 30 其中，上述角度可以为不同维度的分解值，或不同维度分解值的组合。天线端口为具有不同天线端口编号的天线端口，和/或，具有相同天线端口号在不同时间和/或频率和/或码域资源内进行信息发送或接收的天线端口，和/或，具有不同天线端口号在不同时间和/或频率和/或码域资源内进行信息发送或接收的天线端口。资源标识可以包括：CSI-RS 资源标识，或 SRS 资源标识，或 SSB 资源标识，或物理随机接入信道 (physical random access channel, PRACH) 上传的前导序列的资源标识，或解调参考信号 (demodulation reference signal, DMRS) 的资源标识，用于指示资源上的波束。

- 35 在 NR 协议中，QCL 关系可以基于不同的参数分为以下四种类型：

类型 A (type A)：多普勒频移、多普勒扩展、平均时延、时延扩展；
 类型 B (type B)：多普勒频移、多普勒扩展；
 类型 C (type C)：多普勒频移、平均时延；以及
 类型 D (type D)：空间接收参数。

本申请实施例所涉及的 QCL 为类型 D 的 QCL。下文中在没有特别说明的情况下, QCL 可以理解为类型 D 的 QCL, 即, 基于空间接收参数定义的 QCL。

当 QCL 关系指类型 D 的 QCL 关系时, 可以认为是空域 QCL。当天线端口满足空域 QCL 关系时, 下行信号的端口和下行信号的端口之间, 或上行信号的端口和上行信号的端口之间的 QCL 关系, 可以是两个信号具有相同的 AOA 或 AOD, 用于表示具有相同的接收波束或发射波束。又例如对于下行信号和上行信号间或上行信号与下行信号的端口间的 QCL 关系, 可以是两个信号的 AOA 和 AOD 具有对应关系, 或两个信号的 AOD 和 AOA 具有对应关系, 即可以利用波束互易性, 根据下行接收波束确定上行发射波束, 或根据上行发射波束确定下行接收波束。

从发送端来看, 如果说两个天线端口是空域 QCL 的, 则可以是指这两个天线端口的对应的波束方向在空间上是一致的。从接收端来看, 如果说两个天线端口是空域 QCL 的, 则可以是指接收端能够在同一波束方向上接收到这两个天线端口发送的信号。

具有空域 QCL 关系的端口上传输的信号还可以具有对应的波束, 对应的波束包括以下至少之一: 相同的接收波束、相同的发射波束、与接收波束对应的发射波束 (对应于有互易的场景)、与发射波束对应的接收波束 (对应于有互易的场景)。

具有空域 QCL 关系的端口上传输的信号还可以理解为使用相同的空间滤波器 (spatial filter) 接收或发送信号。空间滤波器可以为以下至少之一: 预编码, 天线端口的权值, 天线端口的相位偏转, 天线端口的幅度增益。

具有空域 QCL 关系的端口上传输的信号还可以理解为具有对应的波束对连接 (beam pair link, BPL), 对应的 BPL 包括以下至少之一: 相同的下行 BPL, 相同的上行 BPL, 与下行 BPL 对应的上行 BPL, 与上行 BPL 对应的下行 BPL。

因此, 空间接收参数 (即, 类型 D 的 QCL) 可以理解为用于指示接收波束的方向信息的参数。

5、空间关系 (spatial relation, SR)

空间关系, 也可以称为上行传输配置指示 (uplink transmission configuration indicator, UL TCI)。空间关系可以用于确定上行信号的发送波束。该空间关系可以由波束训练确定。用于波束训练的参考信号例如可以是上行参考信号, 如 SRS, 也可以是下行参考信号, 如 SSB 或 CSI-RS。

在通信过程中, 终端设备可以基于网络设备所指示的空间关系确定发送波束, 网络设备可以基于同一空间关系确定接收波束。

可选地, 空间关系中还可以包含上行发送功率控制的相关参数, 包括以下一种或多种: 路径损耗估计参考信号 (Pathloss Reference RS), 基准功率, 补偿系数 (Alpha), 开环或者闭环功控指示, 闭环功控编号 (closedLoopIndex) 等。

SR 是由网络设备配置给各个终端设备的, 下列是 SR 的一种格式。

```

35 SpatialRelationInfo ::= SEQUENCE {
    SpatialRelationInfoId    SpatialRelationInfoId,
    servingCellId            ServCellIndex
    referenceSignal          CHOICE {
        ssb-Index            SSB-Index,

```

```

        csi-RS-Index      NZP-CSI-RS-ResourceId,
        srs               SEQUENCE {
            resource        SRS-ResourceId,
            uplinkBWP       BWP-Id
5          }
          },
        PathlossReferenceRS-Id PathlossReferenceRS-Id,
        p0-Id                P0-Id,
        closedLoopIndex      ENUMERATED { i0, i1 }
10    }

```

6、控制资源集（control resource set, CORESET）

CORESET 用于传输下行控制信息的资源集合，也可以称为控制资源区域，或物理下行控制信道资源集合。每个 CORESET 可以是一组资源元素组（resource element group, REG）的集合。REG 是下行控制信令进行物理资源分配的基本单位，用于定义下行控制信令到 RE 的映射。例如，一个 REG 可以由 4 个频域上连续的非参考信号（reference signal, RS）的资源元素（resource element, RE）组成。应理解，REG 仅为用于资源分配的单位，不应对本申请构成任何限定，本申请并不排除在未来的协议中定义新的资源分配单位来实现相同或相似的功能。

对于网络设备而言，CORESET 可以理解为发送 PDCCH 所可能使用的资源的集合；对于终端设备而言，每个终端设备的 PDCCH 的搜索空间所对应的资源都属于该 CORESET。或者说，网络设备可以从该 CORESET 中确定发送 PDCCH 使用的资源，终端设备可以根据该 CORESET 确定 PDCCH 的搜索空间。

其中，CORESET 可以包括时频资源，例如，频域上可以是一段带宽，或者一个或者多个子带等；时域上可以是一个或多个符号；一个控制资源集在时频域上可以是连续或不连续的资源单元，例如，连续的资源块（resource block, RB）或者不连续的 RB。

此外，CORESET 还可以包括 TCI 状态（TCI-state）。CORESET 可以包括多个 TCI-state，激活的 TCI-state 可以为该多个 TCI-state 中的一个，换句话说，用于传输 PDCCH 的资源可以具体采用该多个 TCI-state 中的一个，具体采用哪个 TCI-state 是网络设备指定的。例如，网络设备向终端设备发送 MAC-CE，该 MAC-CE 中携带一个 TCI-state 的索引，TCI-state 的索引用于指示该 CORESET 对应的 PDCCH 采用的是 TCI-state。此外，网络设备也可以通过 MAC-CE 来修改 PDCCH 的 TCI-state。网络设备可以为终端设备配置一个或多个 CORESET，用于传输不同类型的 PDCCH。

CORESET 例如可以通过高层参数中的 ControlResourceSet information element（控制资源集信息元素）配置。该高层参数中例如可以包括 CORESET 的标识（identifier, ID）、频域资源、持续时间（duration）所包含的符号个数等。本申请对于配置 CORESET 的具体参数不作限定。

7、TCI-state

TCI-state 是由网络设备配置给各个终端设备的。TCI-state 可用于指示两种参考信号之间的 QCL 关系。每个 TCI-state 中可以包括服务小区的索引（ServeCellIndex）、带宽部分

(band width part, BWP) 标识 (identifier, ID) 和参考信号资源标识。其中, 参考信号资源标识例如可以为以下至少一项: 非零功率 (non-zero power, NZP) CSI-RS 参考信号资源标识 (NZP-CSI-RS-ResourceId)、非零功率 CSI-RS 参考信号资源集标识 (NZP-CSI-RS-ResourceSetId) 或 SSB 索引 (SSB-Index)。

- 5 发送波束的信息 (即网络设备的发送波束或终端设备的接收波束) 可以通过 TCI-state 进行指示。每个 TCI-state 包括一个自身的索引 (tci-StateId) 和两个 QCI 信息 (QCI information, QCI-Info)。每个 QCI-Info 可以包括一个参考信号资源 (referenceSignal), 表示采用该 TCI-state 的资源与该 QCL-Info 包括的参考信号资源构成 QCL 关系。例如, 为资源 1 配置了一个 TCI-state, 其中该 TCI-state 包括的 QCL-Info 中包括的资源为资源 2,
- 10 则表示资源 1 和资源 2 是 QCL 的。

TCI-state 是由网络设备配置给各个终端设备的, 下列是 TCI-state 的一种格式。

```

TCI-State ::=          SEQUENCE {
    tci-StateId          TCI-StateId,
    qcl-Type1            QCI-Info,
15  qcl-Type2            QCI-Info
    ...
}
QCI-Info ::=          SEQUENCE {
    cell                ServCellIndex
20  bwp-Id              BWP-Id,
    referenceSignal     CHOICE{
    csi-rs              NZP-CSI-RS-ResourceSetId
    ssb                SSB-Index
    }
25  qcl-Type            ENUMERATED{typeA,TypeB,TypeC,TypeD},
    ...
}

```

在此后的通信过程中, 终端设备可以基于网络设备所指示的 TCI-state 确定接收波束, 网络设备可以基于同一 TCI-state 确定发送波束。

- 30 此外, TCI-state 可以是全局配置的。在为不同的小区 (cell)、不同的 BWP 配置的 TCI-state 中, 若 TCI-state 的索引相同, 则所对应的 TCI-state 的配置也相同。其中, 小区是高层从资源管理或移动性管理或服务单元的角度来描述的。每个网络设备的覆盖范围可以被划分为一个或多个服务小区, 且该服务小区可以看作由一定频域资源组成。在本申请实施例中, “小区”和“服务小区”可以交替使用, 在不强调其区别时, 其所要表达的含义是一致的。
- 35

8、TCI

TCI 可用于指示 TCI-state。在一种实现方式中, 网络设备可通过高层信令 (如无线资源控制 (radio resource control, RRC)) 为终端设备配置 TCI-state 列表 (list), 例如, 网络设备可以通过 RRC 消息中的 TCI-state 增加模式列表 (tci-StatesToAddModList) 来为

终端设备配置 TCI-state 列表。该 TCI-state 列表中可以包括多个 TCI-state，例如，网络设备可以为每个小区中的每个 BWP 配置最多 64 个 TCI-state。

此后，网络设备可以通过高层信令（如介质接入控制-控制元素（medium access control-control element, MAC-CE））激活一个或多个 TCI-state。被激活的 TCI-state 为上述 RRC 消息所配置的 TCI-state 列表的一个子集。例如，网络设备可以为每个小区中的每个 BWP 激活最多 8 个 TCI-state。

此后，网络设备还可以通过物理层信令（如下行控制信息（downlink control information, DCI））中的 TCI 字段指示一个被选择的 TCI-state。该 DCI 例如可以适用于调度物理下行资源的 DCI。

其中，一个 TCI-state 的配置信息可以包括一个或两个参考信号资源的标识，以及所关联的 QCL 类型。当 QCL 关系配置为类型 A、或 B、或 C 中的一种时，终端设备可以根据 TCI-state 的指示，解调物理下行控制信道（physical downlink control channel, PDCCH）或物理下行共享信道（physical downlink shared channel, PDSCH）。当 QCL 关系配置为类型 D 时，终端设备可以知道网络设备使用哪个发射波束发送信号，进而可以根据前文所述的信道测量确定的波束配对关系确定使用哪个接收波束接收信号。终端设备可以根据 PDCCH 上 DCI 中的 TCI 字段来确定接收 PDSCH 的接收波束。

9、单 TRP 小区

单 TRP 小区，又称采用单个 TRP 传输的小区。单 TRP 小区仅包括一个 TRP，网络侧通过一个 TRP 来实现该小区的数据传输。网络侧可以为终端设备配置一个或多个单 TRP 小区，每个单 TRP 小区对应一组配置信息，其中包括 1 个波束失败检测资源组和 1 个备选波束资源组。可以理解的是，在单 TRP 小区中，只需要单个波束失败检测资源组和单个备选波束资源组即可实现该小区的波束失败恢复。应理解，TRP 为一种网络设备。

举例来说，小区#1 是采用单个 TRP（TRP#1）传输的小区，网络侧通过该 TRP#1 来向一个终端设备传输小区#1 的数据，此时，可以认为该小区#1 是单 TRP 小区。此时，配置给该终端设备的波束失败检测资源组的数量和备选波束资源组的数量都是 1 个。

10、多 TRP 小区

多 TRP 小区，又称为采用多个 TRP 传输的小区。多 TRP 小区包括多个 TRP，网络侧通过多个 TRP 来实现该小区的数据传输。网络侧可以为终端设备配置一个或多个多 TRP 小区，每个多 TRP 小区对应一组配置信息，其中包括多个波束失败检测资源组和多个备选波束资源组。可以理解的是，在多 TRP 小区中，需要多个波束失败检测资源组和多个备选波束资源组来实现该小区的波束失败恢复。

举例来说，小区#1 采用两个 TRP（TRP#1 和 TRP#2），网络侧通过 TRP#1 和 TRP#2 来向一个终端设备传输小区#1 的数据，此时，可以认为该小区#1 是多 TRP 小区。此时，配置给该终端设备的波束失败检测资源组的数量和备选波束资源组的数量都是 2 个。

本申请实施例可以应用于基于波束的通信系统，例如：第五代（5th generation, 5G）系统、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）或者其他演进的通信系统等。

本申请实施例应用的通信系统中可以包括一个或多个网络设备，以及一个或多个终端设备。一个网络设备可以向一个或多个终端设备传输数据或控制信令。或者，多个网络设备也可以同时为一个终端设备传输数据或者控制信令。

作为示例而非限定，图 1 是适用于本申请实施例的一种通信系统 100 的示意图。

5 如图 1 所示，该通信系统 100 包括一个网络设备 110 与多个终端设备 120（如图 1 中所示的终端设备 120a 和终端设备 120b）。网络设备 110 可以通过多个射频通道同时发送多个模拟波束来为多个终端设备传输数据或控制信令。如图 1 所示，网络设备同时发送波束 1 和波束 2，其中波束 1 用于为终端设备 120a 传输数据或控制信令，波束 2 用于为终端设备 120b 传输数据或控制信令。波束 1 可以称为终端设备 120a 的服务波束，波束 2 可以称为终端设备 120b 的服务波束。终端设备 120a 和终端设备 120b 可以属于同一个小区。
10 可以理解的是，上述通信系统 100 是单个 TRP 传输的场景。

作为示例而非限定，图 2 是适用于本申请实施例的一种通信系统 200 的示意图。

如图 2 所示，该通信系统 200 可以包括至少两个网络设备（如图 2 中所示的网络设备 210a 和网络设备 210b），该通信系统 200 还可以包括至少一个终端设备，例如图 2 中所示的终端设备 220。该终端设备 220 可以通过双连接（dual connectivity, DC）技术或者多连接技术等与网络设备 210a 和网络设备 210b 建立无线链路。其中，网络设备 210a 例如可以为主基站，网络设备 210b 例如可以为辅基站。此情况下，网络设备 210a 为终端设备 220 初始接入时的网络设备，负责与终端设备 220 之间的无线资源控制（radio resource control, RRC）通信，网络设备 210b 可以是 RRC 重配置时添加的，用于提供额外的无线
15 资源。可以理解的是，上述通信系统 200 是多个 TRP 传输的场景。

应理解，图 1 和图 2 仅为示意，并不对适用于本申请实施例的通信系统构成任何限定。

本申请实施例中的终端设备也可以称为：用户设备（user equipment, UE）、移动台（mobile station, MS）、移动终端（mobile terminal, MT）、接入终端、用户单元、用户站、移动站、移动台、远方站、远程终端、移动设备、用户终端、终端、无线通信设备、
20 用户代理或用户装置等。

终端设备可以是一种向用户提供语音/数据连通性的设备，例如，具有无线连接功能的手持式设备、车载设备等。目前，一些终端的举例为：手机（mobile phone）、平板电脑、笔记本电脑、掌上电脑、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、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、智慧家庭（smart home）中的无线终端、蜂窝电话（cellular phone）、无绳电话、会话启动协议（session initiation protocol, SIP）电话、无线本地环路（wireless local loop, WLL）站、
25 个人数字助理（personal digital assistant, PDA）、具有无线通信功能的手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备、车载设备、可穿戴设备，5G 网络中的终端设备或者未来演进的公用陆地移动通信网络（public land mobile network, PLMN）中的终端设备等，本申请实施例对此并不限定。

作为示例而非限定，在本申请实施例中，该终端设备还可以是可穿戴设备。可穿戴设

备也可以称为穿戴式智能设备，是应用穿戴式技术对日常穿戴进行智能化设计、开发出可以穿戴的设备的总称，如眼镜、手套、手表、服饰及鞋等。可穿戴设备即直接穿在身上，或是整合到用户的衣服或配件的一种便携式设备。可穿戴设备不仅仅是一种硬件设备，更是通过软件支持以及数据交互、云端交互来实现强大的功能。广义穿戴式智能设备包括功能全、尺寸大、可不依赖智能手机实现完整或者部分的功能，例如：智能手表或智能眼镜等，以及只专注于某一类应用功能，需要和其它设备如智能手机配合使用，如各类进行体征监测的智能手环、智能首饰等。

此外，在本申请实施例中，终端设备还可以是物联网（internet of things, IoT）系统中的终端设备，IoT 是未来信息技术发展的重要组成部分，其主要技术特点是将物品通过通信技术与网络连接，从而实现人机互连，物物互连的智能化网络。

另外，本申请实施例中的网络设备可以是用于与终端设备通信的设备，该网络设备也可以称为接入网设备或无线接入网设备。在采用不同的无线接入技术的系统中，网络设备的名称可能会有所不同，例如，网络设备可以是传输接收点（transmission reception point, TRP），还可以是 LTE 系统中的演进型基站（evolved NodeB, eNB 或 eNodeB），还可以是家庭基站（例如，home evolved NodeB, 或 home Node B, HNB）、基带单元（base band unit, BBU），还可以是云无线接入网络（cloud radio access network, CRAN）场景下的无线控制器，还可以是全球移动通信系统（global system for mobile communication, GSM）或码分多址（code division multiple access, CDMA）网络中的基站收发信台（Base Transceiver Station, BTS），或者该网络设备可以为中继站、接入点、车载设备、可穿戴设备以及 5G 网络中的网络设备或者未来演进的 PLMN 网络中的网络设备等，可以是 WLAN 中的接入点（access point, AP），可以是新型无线系统（new radio, NR）系统中的 gNB，本申请实施例并不限定。

在一种网络结构中，网络设备可以包括集中单元（centralized unit, CU）节点、或分布单元（distributed unit, DU）节点、或包括 CU 节点和 DU 节点的 RAN 设备、或者控制面 CU 节点（CU-CP 节点）和用户面 CU 节点（CU-UP 节点）以及 DU 节点的 RAN 设备。

网络设备为小区提供服务，终端设备通过网络设备分配的传输资源（例如，频域资源，或者说，频谱资源）与小区进行通信，该小区可以属于宏基站（例如，宏 eNB 或宏 gNB 等），也可以属于小小区（small cell）对应的基站，这里的小小区可以包括：城市小区（metro cell）、微小区（micro cell）、微微小区（pico cell）、毫微微小区（femto cell）等，这些小小区具有覆盖范围小、发射功率低的特点，适用于提供高速率的数据传输服务。

此外，本申请实施例描述的网络架构以及业务场景是为了更加清楚的说明本申请实施例的技术方案，并不构成对于本申请实施例提供的技术方案的限定，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，本申请实施例提供的技术方案对于类似的技术问题，同样适用。

作为示例非限定，图 3 是本申请实施例提供的一种网络设备与终端设备的硬件结构示意图。

如图 3 所示，终端设备包括至少一个处理器 101、至少一个存储器 102 和至少一个收发器 103。

处理器 101、存储器 102 和收发器 103 通过总线相连接。处理器 101 可以是一个通用

中央处理器 (central processing unit, CPU)、微处理器、特定应用集成电路 (application-specific integrated circuit, ASIC), 或者一个或多个用于控制本申请方案程序执行的集成电路。处理器 101 也可以包括多个 CPU, 并且处理器 101 可以是一个单核 (single-CPU) 处理器或多核 (multi-CPU) 处理器。这里的处理器可以指一个或多个设备、
5 电路或用于处理数据 (例如计算机程序指令) 的处理核。

存储器 102 可以是只读存储器 (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) 或者可存储信息和指令的其他类型的动态存储设备, 也可以是电可擦可编程只读存储器 (electrically erasable programmable read-only memory, EEPROM)、只读光盘 (compact disc read-only memory, CD-ROM) 或其他光盘存储、光碟存储 (包括压缩光碟、激光碟、光碟、数字通用光碟、蓝光光碟等)、磁盘存储介质或者其他磁存储设备、或者能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质, 本申请实施例对此不作任何限制。存储器 102 可以是独立存在, 通过总线与处理器 101 相连接。
10 存储器 102 也可以和处理器 101 集成在一起。其中, 存储器 102 用于存储执行本申请方案的应用程序代码, 并由处理器 101 来控制执行。处理器 101 用于执行存储器 102 中存储的计算机程序代码, 从而实现本申请实施例提供的方法。

收发器 103 包括发射机 1031 和接收机 1032。收发器 103 可以使用任何收发器一类的装置, 用于与其他设备或通信网络通信, 如以太网、无线接入网 (radio access network, RAN)、无线局域网 (wireless local areanetworks, WLAN) 等。

20 可选的, 终端设备还可以包括输出设备和输入设备 (图 3 中并未示出)。其中, 输出设备和处理器 101 通信, 可以以多种方式来显示信息。例如, 输出设备可以是液晶显示器 (liquid crystal display, LCD), 发光二极管 (light emitting diode, LED) 显示设备, 阴极射线管 (cathode ray tube, CRT) 显示设备, 或投影仪 (projector) 等。输入设备和处理器 101 通信, 可以以多种方式接收用户的输入。例如, 输入设备可以是鼠标、键盘、触摸屏
25 设备或传感设备等。输入和输出分别对应方法实施例中的接收与发送。

网络设备包括至少一个处理器 201、至少一个存储器 202 和至少一个收发器 203。处理器 201、存储器 202 和收发器 203 通过总线相连接。另外, 处理器 201、存储器 202 和收发器 203 的相关描述可参考终端设备中处理器 101、存储器 102 和收发器 103 的描述, 在此不再赘述。

30 图 4 是适用于一种波束失败恢复方法的 MAC CE 的格式示意图。

下面, 以网络设备给一个终端设备配置了 8 个小区, 且每个小区配置有 1 个波束失败检测资源组和 1 个备选波束资源组为例介绍现有的 MAC CE 的格式。其中, 8 个小区中的每个小区都配置有 1 个波束失败检测资源组和 1 个备选波束资源组, 也就是说这 8 个小区
35 都是单 TRP 的小区。

图 4 所示的 MAC CE 包括一个比特位图, 以及该一个比特位图中的 8 个比特, 这 8 个比特分别标记为: C_0 , C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_5 , C_6 和 C_7 , 这 8 个比特与 8 个小区一一对应。如果该任一比特对应的小区是发生波束失败的单 TRP 小区, 那么该 MAC CE 中
存在该任一比特对应的 1 个字节, 如果该任一比特对应的一个小区是未发生波束失败的单 TRP 小区, 那么该 MAC CE 中不存在该任一比特对应的 1 个字节。如果 MAC CE 中存在

该任一比特对应的 1 个字节，那么该 1 个字节可以包括：AC 字段，R 字段和备选 RS ID 字段，其中，AC 字段用于表示是否存在满足质量要求的备选波束资源；R 字段为预留字段，无具体含义；备选 RS ID 字段用于表示备选波束资源的索引。可以理解的是，当 AC 字段用于表示不存在满足质量要求的备选波束资源时，备选 RS ID 字段为空。例如，当 AC 字段等于 0 表示不存在满足质量要求的备选波束资源时，备选 RS ID 字段为空。当 AC 字段等于 1 表示存在备选波束资源时，备选 RS ID 字段表示新的可用波束的标识。

举例来说，如果定义 MAC CE 包括的比特位图中的任一比特等于 1 表示该任意比特对应的单 TRP 的小区发生波束失败，定义任一比特等于 0 表示该任意比特对应单 TRP 的小区未发生波束失败。当终端设备确定 8 个比特中的第 2 个比特 C_1 对应的单 TRP 小区发生了波束失败时， C_1 等于 1，那么 MAC CE 中存在该第 2 个比特 C_1 对应的 1 个字节，该 1 个字节可以包括：AC 字段，R 字段和备选 RS ID 字段，或者，该 1 个字节可以包括 AC 字段和 R 字段。

图 4 所示的 MAC CE 格式仅适用于单 TRP 小区的波束失败恢复信息上报，但不适用于多 TRP 小区的波束失败恢复信息上报。也就是说，将现有的波束失败恢复方法和现有的 MAC CE 格式应用于包括多 TRP 小区的通信系统中，当多 TRP 小区发生波束失败时，现有方法不能进行相关波束失败恢复信息的上报。

本申请实施例提供了一种波束失败恢复方法，该方法可以应用于包括多 TRP 小区和单 TRP 小区的通信系统中，该方法能够及时地对波束失败进行恢复。

下面，将结合图 5 至图 16 对本申请实施例提供的波束失败恢复方法进行具体阐述。需要说明的是，本申请实施例中各个网元之间的消息名字或消息中各参数的名字或各字段的名称等只是一个示例，具体实现中也可以是其他的名称，本申请实施例对此不作具体限定。

图 5 是本申请实施例提供的一种波束失败恢复方法 500 的示意图。

如图 5 所示，该方法 500 包括步骤 510 至步骤 530，下面对步骤 510 至步骤 530 进行详细介绍。其中，该方法 500 可以但不限于应用于上述图 2 所示的通信系统中。当该方法 500 应用于上述图 2 所示的通信系统时，该方法 500 的执行主体可以包括图 2 中的终端设备 220，以及图 2 中的网络设备 210a 和网络设备 210b。

步骤 510：终端设备接收网络设备发送的小区的配置信息，小区的配置信息包括 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组，M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组一一对应，M 为整数。

在本申请实施例中，上述 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组可以理解为是网络设备配置给小区中的同一个终端设备的资源。M 等于 1，结合图 1 举例来说，当上述步骤 510 终端设备是图 1 中的终端设备 120b 时，小区的配置信息中的 1 个波束失败检测资源组和 1 个备选波束资源组可以理解为是网络设备 110 配置给该终端设备 120a 的资源，该 1 个波束失败检测资源组用于检测网络设备 110 是否发生波束失败。M 大于 1，例如当 M 等于 2 时，结合图 2 举例来说，当上述步骤 510 中的终端设备是图 2 中的终端设备 220 时，小区的配置信息包括 2 个波束失败检测资源组（即波束失败检测资源组#1 和波束失败检测资源组#2）和 2 个备选波束资源组（即备选波束资源组#1 和备选波束资源组#2），波束失败检测资源组#1 和备选波束资源组#1 可以对应网络设备 210a，波束失

败检测资源组#2和备选波束资源组#2可以对应网络设备210b。其中，波束失败检测资源组#1用于检测网络设备210a是否发生波束失败，波束失败检测资源组#2用于检测网络设备210b是否发生波束失败。上述2个波束失败检测资源组和2个备选波束资源组可以通过网络设备210a的RRC信令下发给终端设备220的，也可以是通过网络设备210b的

5 RRC信令下发给终端设备220的。

其中，小区的配置信息包括M个波束失败检测资源组和M个备选波束资源组，每个波束失败检测资源组可以包括S个波束失败检测资源，每个备选波束资源组可以包括Q个备选波束资源，每个波束失败检测资源用于波束失败检测，每个备选波束资源用于识别新的可用波束，S和Q为大于等于1的整数。其中，一个备选波束资源组与其对应的波束失败检测资源组可以用于一个TRP的波束失败恢复。上述S和Q的具体取值可以是网络设备配置的，或者，S和Q的具体取值还可以是终端设备通过终端能力上报给网络设备的，对此不作具体限定。

在本申请实施例中，对M个波束失败检测资源组和M个备选波束资源组一一对应的方式不作具体限定。在一个示例中，可以是具有相同索引的波束失败检测资源组与备选波束资源组对应。在另一个示例中，可以按照配置顺序即第k个波束失败检测资源组与第k个备选波束资源组对应。可选的，上述M个备选波束资源组中的资源的索引可以采用资源组内独立编号。例如，当M等于2时，小区的配置信息包括两个备选波束资源组，每个备选波束资源组包括4个资源。每个备选波束资源组中的4个备选波束资源的编号可以都为{#0, #1, #2, #3}。可选的，上述M个备选波束资源组中的资源的索引采用跨资源组联合编号。例如，当M等于2时，小区的配置信息包括两个备选波束资源组，每个备选波束资源组包括4个备选波束资源。第一个备选波束资源组中的4个资源的编号可以为{#0, #1, #2, #3}，第二个备选波束资源组中的4个资源的编号可以为{#4, #5, #6, #7}。可选的，还可以规定每个备选波束资源组中包括的资源数量最多为L个，例如，L=64或32。可选的，也可以规定所有备选波束资源组的资源总数最多为T个，例如，T=64或128。进一步的，可以规定所有备选波束资源组中的资源数量相等，例如，M=2时，两个备选波束资源组的资源总数为64，每个备选波束资源组中的资源数量等于32。又例如，M=2时，两个备选波束资源组的资源总数为128，每个备选波束资源组中的资源数量等于64。也可以不限定所有备选波束资源组中的资源数量相等。例如，M=2时，两个备选波束资源组的资源总数为64，一个备选波束资源组中的资源数量最多等于63。又例如，M=2时，两个备选波束资源组的资源总数为128，一个备选波束资源组中的资源数量最多等于127。

在本申请实施例中，上述步骤510中的小区可以是如下两种类型的小区中的任意一种：

小区类型一：单TRP小区，其中，单TRP小区只需要采用单个波束失败检测资源组和单个备选波束资源组即可进行波束失败恢复。

35 当M等于1时，上述小区可以理解为是单TRP小区。也就是说，如果网络设备仅给小区配置了1个波束失败检测资源组和1个备选波束资源组，那么可以认为该小区是单TRP小区，其中，小区是服务终端设备的小区，且该小区中仅包括一个与该终端设备进行通信的TRP。

在本申请实施例中，“单TRP小区”与“配置了单个波束失败检测资源组的小区”，“配

置了单个备选波束资源组的小区”，“配置了单个 CORESET 分组”，或“配置了单个波束失败检测计时器/计数器”，这几种描述是相互等效的。

小区类型二：多 TRP 小区，其中，多 TRP 小区需要采用多个（2 个及 2 个以上）波束失败检测资源组和多个备选波束资源组来进行波束失败恢复。

- 5 当 M 大于 1 时，上述小区可以理解为是多 TRP 小区。也就是说，如果网络设备给该小区配置了 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组，且 M 为大于 1 的整数，那么可以认为该小区是多 TRP 小区，其中，小区是服务终端设备的小区，且该小区中包括 M 个与该终端设备进行通信的 TRP。

- 10 上述小区类型二中，小区是多 TRP 小区，此时，小区中的下行信号是通过多个 TRP 同时发送给终端设备的，此时，可以将该多个 TRP 同时看作一个网络设备，或者可以将该多个 TRP 看作整个网络设备的多个发射机。

在本申请实施例中，“采用多个 TRP”与“配置了多个波束失败检测资源组”，“配置了多个备选波束资源组”，“配置了多个 CORESET 分组”，或“配置了多个波束失败检测计时器/计数器”，这几种描述是相互等效的。

- 15 在本申请实施例中，小区的配置信息是网络设备（例如，基站）配置给小区中的终端设备的资源。如果网络设备仅给终端设备配置了 1 个小区，那么该网络设备发送给该终端设备的配置信息就包括这 1 个小区的配置信息，上述小区的配置信息可以理解为是这 1 个小区的配置信息。换句话说，上述终端设备接收小区的配置信息，可以理解为，终端设备接收来自网络设备的配置信息。在载波聚合（carrier aggregation, CA）模式下，网络设备
20 通常会为终端设备配置多个小区（即，服务小区）。如果网络设备给终端设备配置了 K（K 为大于 1 的整数）个小区，那么网络设备发送给该终端设备的配置信息就包括这 K 个小区的配置信息，上述小区的配置信息可以理解为是这 K 个小区的配置信息中的一个小区的配置信息。在此情况下，上述终端设备接收小区的配置信息，可以理解为，终端设备接收来自网络设备的配置信息，并从该配置信息中获取小区的配置信息。上述 K 个小区中的小
25 区是单 TRP 小区，有的小区是多 TRP 小区，对此不作具体限定。如果 K 个小区中的一个小区是单 TRP 小区，那么只需网络设备为该一个小区配置单个波束失败检测资源组和单个备选波束资源组。如果 K 个小区中的一个小区是多 TRP 小区，那么需要网络设备为该一个小区配置多个波束失败检测资源组和多个备选波束资源组。

- 30 示例性的，网络设备（例如，基站）为同一个终端设备配置了 8 个小区（参见下文中的表 1），为便于描述，将这 8 个小区分别记为小区 1、小区 2、小区 3、小区 4、小区 5、小区 6、小区 7 和小区 8。其中，小区 1、小区 2、小区 3 和小区 4 中的每个小区都是采用两个 TRP 传输的小区（即，多 TRP 小区的一例），需要 TRP 为这 4 个小区中的每个小区都配置两个波束失败检测资源组和两个备选波束资源组。以小区 1 为例介绍多 TRP 的小区中 TRP 是如何配置资源的。小区 1 包括 2 个与同一个终端设备通信的 TRP，这 2 个 TRP
35 分别给该终端设备配置 1 个波束失败检测资源组和 1 个备选波束资源组，故配置给该终端设备的波束失败检测资源组的数量等于 2，配置给该终端设备的备选波束资源组的数量也等于 2。小区 5、小区 6、小区 7 和小区 8 都是单 TRP 小区，需要网络设备为这 4 个小区中的每个小区都配置单个波束失败检测资源组和单个备选波束资源组。以小区 5 为例介绍多单的小区中 TRP 是如何配置资源的。小区 5 包括 1 个与同一个终端设备通信的 TRP，

这 1 个 TRP 给该终端设备配置 1 个波束失败检测资源组和 1 个备选波束资源组。

表 1

	波束失败检测资源配置信息	备选波束资源配置信息
小区 1 (多 TRP 小区)	波束失败检测资源组#1, 波束失败检测资源组#2	波束失败检测资源组#1, 波束失败检测资源组#2
小区 2 (多 TRP 小区)	波束失败检测资源组#1, 波束失败检测资源组#2	波束失败检测资源组#1, 波束失败检测资源组#2
小区 3 (多 TRP 小区)	波束失败检测资源组#1, 波束失败检测资源组#2	波束失败检测资源组#1, 波束失败检测资源组#2
小区 4 (多 TRP 小区)	波束失败检测资源组#1, 波束失败检测资源组#2	波束失败检测资源组#1, 波束失败检测资源组#2
小区 5 (单 TRP 小区)	波束失败检测资源组#1	波束失败检测资源组#1
小区 6 (单 TRP 小区)	波束失败检测资源组#1	波束失败检测资源组#1
小区 7 (单 TRP 小区)	波束失败检测资源组#1	波束失败检测资源组#1
小区 8 (单 TRP 小区)	波束失败检测资源组#1	波束失败检测资源组#1

- 可选的,上述小区的配置信息中还可以包括调度请求(scheduling requirement, SR)资源。如果网络设备给一个终端设备配置了多个小区,且多个小区中的至少一个小区是多 TRP 小区(例如,表 1 中的小区 1),此时,网络设备需要给该一个终端设备配置多个 SR 资源,且该多个 SR 资源与多个 TRP 一一对应,或者,网络设备配置一个 SR 资源,但该一个 SR 资源具有多个空间关系(spatial relation)参数(即上行发送波束)。如果网络设备给终端设备配置的所有小区都是单 TRP 小区(例如,表 1 中的小区 6),此时,网络设备只需要配置一个 SR 资源,且该一个 SR 资源只有单个空间关系(spatial relation)参数。

在本申请实施例中,对网络设备向终端设备配置小区的配置信息的方式不作具体限定。例如,网络设备可以通过显示地方式向终端设备配置信息,例如,网络设备还可以通过隐式地方式向终端设备配置信息。

下面,以网络设备向终端设备配置波束失败检测资源组为例进行介绍:

- 方式一、配置信息中包括 M 个波束失败检测资源组,该 M 个波束失败检测资源组中的每个波束失败检测资源组包括一个或多个波束失败检测资源。该方式一可以理解为,网络设备通过显示地方式向终端设备配置波束失败检测资源组。

示例性的,配置信息中的每个波束失败检测资源组可以配置成以下形式:

- ```

波束失败检测资源组(例如, RadioLinkMonitoringRSSet){
波束失败检测资源组索引(例如, RadioLinkMonitoringRSSetID),
波束失败检测资源列表(例如, RadioLinkMonitoringRSList)
}

```

其中,波束失败检测资源组索引用于标识该波束失败检测资源组,波束失败检测资源列表中包括 M 个波束失败检测资源。

方式二：配置信息包括  $M$  个 CORESET 组，或者包括构成  $M$  个 CORESET 组的  $K$  个 CORESET， $K$  为大于或者等于  $M$  的正整数。该方式二可以理解为，网络设备以隐式地方式向终端设备配置波束失败检测资源组。

在上述方式二中，每个 CORESET 组中的 CORESET 的 QCL 资源作为一个波束失败检测资源组。可以采用一个 CORESET 组中的所有 CORESET 的 QCL 资源作为一个波束失败检测资源组。或者，为了降低资源开销，可以限定只采用 CORESET 组中的  $K$ （例如， $K=1$  或  $K=2$ ）个 CORESET 的 QCL 资源作为一个波束失败检测资源组。具体的，可以采用索引最小或最大的  $K$  个 CORESET，或者按 CORESET 配置顺序采用前  $K$  个，或后  $K$  个 CORESET。上述 QCL 资源可以是类型为 typeA、typeB、typeC 或 typeD 的 QCL 资源。可选的，还可以限定各个 CORESET 组中，QCL 资源作为波束失败检测资源的 CORESET 的总数  $M$ ， $M$  为正整数（例如  $M=1$ ， $M=2$ ， $M=3$ ，或者  $M=4$ 。）。 $K$  和  $M$  的值可以是网络设备配置的，或者终端设备通过终端能力上报给网络设备的。

需要说明的是，本申请实施例中仅是示例性的将用于波束失败检测的资源称为波束失败检测资源，将用于识别新的可用波束的资源称为备选波束资源，具体实现中用于波束失败检测的资源或/用于识别新的可用波束的资源也可以有其他名称，本申请实施例并不对上述两类资源的名称进行具体限定。

步骤 520：终端设备进行波束失败检测。

下面，以终端设备测量波束失败检测资源组#1 为例，对终端设备进行波束失败检测进行详细说明。其中，波束失败检测资源组#1 可以理解为是上述步骤 510 中的  $M$  个波束失败检测资源组中的任一个波束失败检测资源组， $M$  个备选波束资源组中与该波束失败检测资源组#1 对应的备选波束资源组为备选波束资源组#1。

可选的，终端设备可以对波束失败检测资源组#1 中的每个波束失败检测资源进行测量，当该每个波束失败检测资源的质量都低于第一门限值时，终端设备确定该波束失败检测资源组#1 发生波束失败。

在一个示例中，小区的配置信息包括  $M$  个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源组，且  $M$  为大于 1 的整数。终端设备对  $M$  个波束失败检测资源组中的每个波束失败检测资源组进行上述波束失败检测后，确定  $M$  个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败。可以理解的是，当  $M$  大于 1 时，小区是多 TRP 小区，在此情况下，上述  $M$  个波束失败检测资源组中仅有一个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败，终端设备就可以确定该小区发生波束失败。

在另一个示例中，小区的配置信息包括  $M$  个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源组，且  $M$  等于 1。终端设备对  $M$  个波束失败检测资源组中的每个波束失败检测资源组进行上述波束失败检测后，确定上述  $M$  个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败。可以理解的是，当  $M$  等于 1 时，小区是单 TRP 小区，上述  $M$  个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败，即终端设备检测到配置给小区的 1 个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败。

应理解，上述  $M$  个波束失败检测资源组与  $M$  个 TRP 对应，分别用于检测  $M$  个 TRP 是否发生波束失败。因此，从某个波束失败资源组中检测到发生波束失败，等价于该波束失败检测资源组对应的 TRP 发生波束失败。例如，波束失败检测资源组#1 与 TRP#1 对应，

从波束失败检测资源组#1 中检测到发生波束失败, 等价于 TRP#1 发生波束失败。

步骤 530, 当  $M$  为大于 1 的整数, 且  $M$  个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组发生波束失败时, 终端设备通过第一 MAC CE 发送小区对应的波束失败恢复信息。

- 5 上述步骤 530 中,  $M$  为大于 1 的整数, 上述小区可以理解为是多 TRP 小区, 只要在配置给小区的至少一个波束失败检查资源组发生波束失败, 终端设备即可通过第一 MAC CE 发送小区对应的波束失败恢复信息。

- 10 举例来说, 当  $M$  等于 2 时, 即小区的配置信息包括 2 个波束失败检查资源组和 2 个备选波束资源组。如果终端设备检测到 2 个波束失败检查资源组中的一个波束失败检查资源组发生波束失败, 终端设备可以通过第一 MAC CE 发送小区对应的波束失败恢复信息。或者, 如果终端设备检测到这 2 个波束失败检查资源组都发生波束失败, 终端设备也可以通过第一 MAC CE 发送小区对应的波束失败恢复信息。

- 15 上述一个波束失败检测资源组发生波束失败, 可以理解为该波束失败检测资源组中的所有资源都低于预设门限值。例如, 波束失败检测资源组#1 中共包括  $k$  个资源, 该  $k$  个资源都低于预设门限值时, 可以认为该波束失败检测资源组#1 发生波束失败,  $k$  为整数。

可选的, 在一些实现方式中, 一个波束失败检测资源组发生波束失败, 还可以理解为该波束失败检测资源组中的部分资源低于预设门限值。例如, 波束失败检测资源组#1 中共包括 6 个资源, 该 6 个资源中的 4 个资源都低于预设门限值时, 可以认为该波束失败检测资源组#1 发生波束失败。

- 20 上述步骤 530 中, 当  $M$  大于 1 时, 至少一个波束失败检查资源组中检测到发生波束失败可以细分为如下两种情况:

- 25 情况一: 小区的  $M$  ( $M > 1$ ) 个波束失败检测资源组中, 部分波束失败检测资源组中检测到发生波束失败, 这时可以采用第一 MAC CE 发送小区对应的波束失败恢复信息。这种方法可以适用于但不限于如下小区: 小区为主小区 (primary cell, Pcell), 小区为辅小区组中的主小区 (primary SCG cell, PScell), 以及小区为辅小区 (secondary cell, Scell)。其中 SCG (secondary cell group) 可以是配置的两个小区组中的辅小区组。另一个小区组为主小区组 (master cell group, MCG)。

- 30 情况二: 小区的  $M$  ( $M > 1$ ) 个波束失败检测资源组中, 所有波束失败检测资源组中都检测到发生波束失败, 这时如何发生波束失败恢复信息取决于小区的类型。如果小区是 Scell, 可以采用第一 MAC CE 发送小区对应的波束失败恢复信息。如果小区是 Pcell, 可以采用随机接入过程来发送小区对应的波束失败恢复信息。如果小区是 PScell, 可以采用第一 MAC CE 发送小区对应的波束失败恢复信息, 或者采用随机接入过程来发送小区对应的波束失败恢复信息。在本申请实施例中, 当小区是多 TRP 小区时, 终端设备通过第一 MAC CE 发送小区对应的波束失败恢复信息。小区对应的波束失败恢复信息可以包括如下信息:  $M$  个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败的波束失败检测资源组对应的波束失败恢复信息, 以及  $M$  个波束失败检测资源组中未检测到发生波束失败的波束失败检测资源组的信息。其中,  $M$  个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败的波束失败检测资源组对应的波束失败恢复信息至少包括:  $M$  个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败的波束失败检测资源组的信息。可选的,  $M$  个波束失败检测资源组中检测到发生波束
- 35

失败的波束失败检测资源组对应的波束失败恢复信息还可以包括：是否存在满足发生波束失败的波束失败检测资源组要求的备选波束资源。可选的，M 个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败的波束失败检测资源组对应的波束失败恢复信息还可以包括：M 个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败的波束失败检测资源组对应的备选波束资源组的信息。

下面，以“小区对应的波束失败恢复信息可以包括如下信息：M 个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败的波束失败检测资源组对应的波束失败恢复信息，以及 M 个波束失败检测资源组中未检测到发生波束失败的波束失败检测资源组的信息。”为例，介绍本申请实施例提供的第一种类型的第一 MAC CE 的格式。

10 第一种类型的第一 MAC CE 的格式：

本申请实施例提供的第一种类型的第一 MAC CE 包括：一个比特位图，该一个比特位图可以包括 P 个比特（bit），该一个比特位图中的至少一个比特（即，比特位图中的至少一个字段）对应网络设备配置给终端设备的一个小区，该比特的取值可以等于 0 或 1。也就是说，可能存在上述 P 个比特中的部分比特未对应任何小区，对于未对应任何小区的比特，本申请中不做特殊设计。在一些实现方式中，当该一个比特位图包括 8 比特时，上述 P 可以为不大于 8 的正整数。例如，该一个比特位图中可以包括 8 个比特（即，P 等于 8），该 8 个比特与 8 个小区一一对应。例如，该一个比特位图中可以包括 8 个比特（即，P 等于 8），该 8 个比特中仅有 3 个比特与 3 小区一一对应，该 8 个比特中的其余 5 个比特未对应任何小区。例如，该一个比特位图中可以包括 5 个比特（即，P 等于 5），该 5 个比特中仅有 3 个比特与 3 小区一一对应，该 5 个比特中的其余 2 个比特未对应任何小区。其中，对于未对应任何小区的比特，本申请中不做特殊设计。

下面，对上述比特位图中的比特与小区的对应方式进行介绍，包括对应方式一和对应方式二。应理解，这两种对应方式仅适用于对应了特定小区的比特，即下述描述中的比特仅指代对应了特定小区的比特。

25 对应方式一：

方式一中，比特位图中的一个比特对应一个配置的小区，该一个比特的取值用于指示该一个比特对应的小区是否发生波束失败，其中，该比特对应的小区可以是单 TRP 小区或多 TRP 小区。

当该一个比特对应的小区是单 TRP 小区时，该一个比特为空值，终端设备忽略该比特的取值，将该一个比特当成是一个没有信息的预留字段。也可以理解为，当该一个比特对应的小区是单 TRP 小区时，该一个比特的值默认为第一值，网络设备不能将该一个比特的值置为其他值，或者不论网络设备将该一个比特的值置为什么值，终端设备都将该一个比特的值当成第一值。其中，第一值用于指示该一个比特对应的小区未发生波束失败，例如，第一值可以等于 0 或 1。可以理解的是，当该一个比特对应的小区中配置波束失败检测资源组或备选波束资源组的数量为 0 时，也可以采用上述方法，即该小区对应的一个比特为空值，或默认为第一值。

当该一个比特对应的小区是多 TRP 小区时，该一个比特的取值用于指示该小区是否发生波束失败。例如，该一个比特的取值等于 1 表示该比特对应的小区中的至少一个 TRP 发生波束失败，即至少一个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败，这时第一 MAC

CE 中还存在一个或多个字节，其中，该一个或多个字节中包含用于指示该一个或多个字节对应的小区的波束失败恢复信息的字段。例如，可以定义该一个比特的取值等于 0 表示该比特对应的小区未发生波束失败，即所有波束失败检测资源组中都未检测到发生波束失败，这时第一 MAC CE 中不存在上述一个或多个字节。又例如，可以定义该一个比特的取值等于 0 表示该一个比特对应的小区中的至少一个 TRP 发生波束失败，该一个比特的取值等于 1 表示该比特对应的小区未发生波束失败。上述一个多 TRP 小区是否发生波束失败可以理解为，是否在配置给该一个多 TRP 小区的至少一个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败。比特与小区的对应关系，包括但不限于：比特位图中的第  $i$  个比特或名称为  $C_i$  的比特对应索引为  $i$  的小区， $i$  为大于等于 0 的整数。

10 对应方式二：

方式二中，比特位图中的比特只能对应多 TRP 小区，该比特的取值用于指示该比特对应的小区是否发生波束失败。例如，该比特的取值等于 1 表示该比特对应的小区中的至少一个 TRP 发生波束失败，即至少一个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败，这时第一 MAC CE 中还存在一个或多个字节，其中包含该字段对应的小区的波束失败恢复信息；该比特的取值等于 0 表示该比特对应的小区未发生波束失败，即所有波束失败检测资源组中都未检测到发生波束失败，这时第一 MAC CE 中不存在上述一个或多个字节。又例如，该比特的取值等于 0 表示该比特对应的小区中的至少一个 TRP 发生波束失败，该比特的取值等于 1 表示该比特对应的小区未发生波束失败。上述一个多 TRP 小区是否发生波束失败可以理解为，是否在配置给该一个多 TRP 小区的至少一个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败。比特与小区的对应关系，包括但不限于：比特位图中的第  $i$  个比特或名称为  $C_i$  的比特对应配置的多 TRP 小区中的第  $i$  个或索引第  $i$  小或索引第  $i$  大的多 TRP 小区， $i$  为大于等于 0 的整数。例如，如果网络设备给一个终端设备配置了 8 个小区，其中小区 1，小区 3，小区 5 和小区 7 为多 TRP 小区，那么上述比特位图中的  $C_0$ ， $C_1$ ， $C_2$ ， $C_3$  分别对应小区 1，小区 3，小区 5 和小区 7。

可以理解的是，上述第一种类型的第一 MAC CE 仅用于上报多 TRP 小区的波束失败恢复信息，针对单 TRP 小区，即使该单 TRP 小区中发生了波束失败，上述第一种类型的第一 MAC CE 也不用于上报该单 TRP 小区的波束失败恢复信息。

可选的，在一些实现方式中，上述第一种类型的第一 MAC CE 包括的一个比特位图中的一个比特对应  $M$  个字节（octet 或 byte），

30  $M$  个字节与  $M$  个波束失败检测资源组一一对应；或者，  
 $M$  个字节与  $M$  个备选波束资源组一一对应；或者，  
 $M$  个字节与  $M$  个传输接收节点 TRP 一一对应；或者  
 $M$  个字节与  $M$  个 CORESET 分组一一对应。

其中，一个比特对应  $M$  个字节可以理解为，如果该一个比特的值为第二值，第一 MAC CE 中存在  $M$  个字节，用于携带该一个比特对应的小区的波束失败恢复信息，否则不存在上述  $M$  个字节。第二值表示该一个比特对应的小区发生波束失败。上述  $M$  个波束失败检测资源组和上述  $M$  个备选波束资源组中的每个波束失败检测资源组和其关联的备选波束资源组对应一个 TRP，用于对该 TRP 的波束失败进行检测和恢复。

上述  $M$  个字节与  $M$  个波束失败检测资源组一一对应，具体可以是上述  $M$  个字节中的

- 第  $j$  个字节对应上述  $M$  个波束失败检测资源组中的第  $j$  个波束失败检测资源组。上述第  $j$  个波束失败检测资源组，可以是按配置顺序或索引大小顺序排序的第  $j$  个波束失败检测资源组。同理，上述  $M$  个字节与  $M$  个备选波束资源组一一对应，具体可以是上述  $M$  个字节中的第  $j$  个字节对应上述  $M$  个备选波束资源组中的第  $j$  个备选波束资源组。上述第  $j$  个备选波束资源组，可以是按配置顺序或索引大小顺序排序的第  $j$  个备选波束资源组。同理，上述  $M$  个字节与  $M$  个 CORESET 分组一一对应，具体可以是上述  $M$  个字节中的第  $j$  个字节对应上述  $M$  个 CORESET 分组中的第  $j$  个 CORESET 分组。上述第  $j$  个 CORESET 分组，可以是按配置顺序或索引大小顺序排序的第  $j$  个 CORESET 分组，其中， $j$  为小于等于  $M$  的正整数。
- 可以理解的是，在本申请实施例中，“TRP”，“波束失败检测资源组”，以及“备选波束资源组”，“CORESET 分组”这几种描述是相互等效，在不强调区别的情况下，这几种描述所表示的含义是一致的。
- 上述一个比特对应  $M$  个字节，该一个比特可以理解为是网络设备给终端设备配置的一个小区对应的一个比特，且该一个比特对应的小区是发生波束失败的多 TRP 小区。例如，可以是该多 TRP 小区中的一个 TRP 发生波束失败。或者，可以是该多 TRP 小区中的部分或全部 TRP 发生波束失败。其中，一个小区发生了波束失败，可以理解为，终端设备在该一个小区的配置信息包括的  $M$  个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败。
- 举例来说，上述第一种类型的第一 MAC CE 包括的一个比特位图中的第 1 个比特  $C_0$  对应小区 1，网络设备给该小区 1 配置了  $M$  个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源组， $M$  为大于 1 的整数。如果  $M$  个波束失败检测资源组中至少一个波束失败检测资源组发生波束失败，那么上述第一 MAC CE 中存在该第 1 个比特  $C_0$  对应的  $M$  个字节，且该  $M$  个字节可以与  $M$  个波束失败检测资源组一一对应，或者， $M$  个字节与  $M$  个备选波束资源组一一对应，或者， $M$  个字节与  $M$  个传输接收节点 TRP 一一对应。
- 可选的，上述  $M$  个字节中的每个字节中包括一个第一字段 (field)，第一字段用于指示每个字节对应的波束失败检测资源组中是否检测到波束失败。在本申请实施例中，波束失败检测资源组与 TRP 可以相互等效的。换句话说，第一字段也可以用于指示每个字节对应的 TRP 是否发生波束失败。其中，第一字段的长度可以为 1 比特，此时第一字段可以位于该第一字段所在字节的第一比特，或第二比特。当第一字段表示该第一字段所在字节对应的波束失败检测资源组中检测到发生波束失败时，该第一字段所在字节中存在剩余的其他字段携带进一步的波束失败恢复信息。当第一字段表示该第一字段所在字节对应的波束失败检测资源组中为检测到发生波束失败时，该第一字段所在字节中剩余字段为空值，即不存在波束失败恢复信息，终端设备可以忽略。可选的，第一字段的长度还可以为更多数目的比特。例如，第一字段的长度还可以为 2 比特，此时第一字段可以采用该第一字段所在字节的前 2 比特。可选的，上述  $M$  个字节中的每个字节中还包括一个第二字段，第二字段用于指示每个字节对应的备选波束资源组是否存在满足质量要求的备选波束资源。或者，第二字段用于指示每个字节中是否存在备选波束资源信息。在本申请实施例中，备选波束资源组与 TRP 可以相互等效的。换句话说，第二字段也可以用于指示每个字节对应的 TRP 是否存在满足质量要求的备选波束资源。其中，第二字段的长度可以为 1 比

特,此时第二字段可以位于该第二字段所在字节的第一比特,第二比特或第三比特。当第二字段表示该第二字段所在字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束资源时,该第二字段所在字节中存在剩余的其他字段携带进一步的波束失败恢复信息。当第二字段表示该第二字段所在字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束资源时,该第二字段所在字节中剩余字段为空值,即不存在波束失败恢复信息,终端设备可以忽略。可选的,第二字段的长度还可以为更多数目的比特。例如,第二字段的长度还可以为2比特,此时第二字段可以采用该第二字段所在字节的前2比特。

可选的,上述M个字节中的每个字节中还包括一个第三字段,第三字段用于指示每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束资源的信息。在本申请实施例中,备选波束资源组与TRP可以相互等效的。换句话说,第三字段也可以用于指示每个字节对应的TRP是否存在满足质量要求的备选波束资源的信息。其中,第三字段的长度可以为6比特,或5比特。例如,当第三字段的长度为6比特时,该第三字段具体可以是该字段所在字节的最后6比特。例如,当第三字段的长度为5比特时,该第三字段具体可以是该字段所在字节的最后5比特。可选的,第三字段的长度还可以为其它数值,对此不作具体限定。

可选的,上述第三字段还可以用于每个字节对应的备选波束资源组中是否存在满足质量要求的备选波束资源。例如,第三字段的一个字段值用于表示不存在满足质量要求的备选波束资源,其余字段值表示一个具体的满足质量要求的备选波束资源的信息。例如,第三字段长度为6比特,字段值000000表示不存在满足质量要求的备选波束资源,其余字段值表示一个具体的满足质量要求的备选波束资源的信息。或者,字段值111111表示不存在满足质量要求的备选波束资源,其余字段值表示一个具体的满足质量要求的备选波束资源的信息。即其余63个字段值可以分别指示63个备选波束资源中的一个。可以规定网络设备为终端设备配置的备选波束资源组最多包含63个备选波束资源。或者规定网络设备为终端设备配置的两个备选波束资源组总共最多包含63个备选波束资源。又例如,第三字段长度为5比特,字段值00000表示不存在满足质量要求的备选波束资源,其余字段值表示一个具体的满足质量要求的备选波束资源的信息。或者,字段值11111表示不存在满足质量要求的备选波束资源,其余字段值表示一个具体的满足质量要求的备选波束资源的信息。即其余31个字段值可以分别指示31个备选波束资源中的一个。可以规定网络设备为终端设备配置的备选波束资源组最多包含31个备选波束资源。或者规定网络设备为终端设备配置的两个备选波束资源组总共最多包含31个备选波束资源。又例如,第三字段长度为7比特,字段值0000000表示不存在满足质量要求的备选波束资源,其余字段值表示一个具体的满足质量要求的备选波束资源的信息。或者,字段值1111111表示不存在满足质量要求的备选波束资源,其余字段值表示一个具体的满足质量要求的备选波束资源的信息。即其余127个字段值可以分别指示127个备选波束资源中的一个。可以规定网络设备为终端设备配置的备选波束资源组最多包含127个备选波束资源。或者规定,网络设备为终端设备配置的两个备选波束资源组总共最多包含127个备选波束资源。

其中,上述M个字节中的每个字节可以仅包括上述字段中的任意一个字段。也就是说,上述M个字节中的每个字节可以仅包括上述的一个第一字段。或者,上述M个字节中的每个字节也可以仅包括上述的一个第二字段。或者,上述M个字节中的每个字节还

可以仅包括上述的一个第三字段。

可选的，上述 M 个字节中的每个字节可以同时包括上述字段中的任意多个字段。例如，上述 M 个字节中的每个字节可以同时包括一个第一字段和一个第二字段。例如，上述 M 个字节中的每个字节可以同时包括一个第一字段，一个第二字段和一个第三字段。

- 5 例如，上述 M 个字节中的每个字节可以同时包括一个第一字段和一个第三字段。

可选的，如果上述 M 个字节中的任意一个字节中的第一字段指示在该任意一个字节对应的波束失败检测资源组中未检测到波束失败，在此情况下，该任意一个字节中的剩余字段为空。

- 10 举例来说，如果 M 个字节中的任意一个字节包括：第一字段和第二字段，如果该任意一个字节中的第一字段指示在该任意一个字节对应的波束失败检测资源组中未检测到波束失败，在此情况下，该任意一个字节中的第二字段为空。相应地，网络设备接收到该第一 MAC CE 后，网络设备可以确定该任意一个字节对应的波束失败检测资源组未发生波束失败。如果 M 个字节中的任意一个字节包括：第一字段，第二字段和第三字段，如果该任意一个字节中的第一字段指示在该任意一个字节对应的波束失败检测资源组中未检测到波束失败，在此情况下，该任意一个字节中的第二字段和第三字段为空。如果 M 个字节中的任意一个字节包括：第一字段，第二字段和第三字段，如果该任意一个字节中的第一字段指示在该任意一个字节对应的波束失败检测资源组中检测到波束失败，该任意一个字节中的第二字段用于指示在该任意一个字节对应的备选波束资源组不存在满足质量要求的备选波束资源，在此情况下，该任意一个字节中的第三字段为空。相应地，网络设备接收到该第一 MAC CE 后，网络设备可以确定该任意一个字节对应的波束失败检测资源组发生了波束失败，且不存在该波束失败检测资源组对应备选波束资源。

可以理解的是，上述第一种类型的第一 MAC CE 是上报多 TRP 小区的波束失败恢复信息的。针对单 TRP 小区，即使该单 TRP 小区中发生了波束失败，第一 MAC CE 也不用于向网络设备上报该单 TRP 小区的波束失败恢复信息。

- 25 举例来说，如果网络设备给终端设备#1 仅配置了 1 个波束失败检测资源组#1 和 1 个备选波束资源组#1，也就是说，该终端设备#1 与该网络设备进行通信的小区为单 TRP 小区。在此情况下，该比特位图中与该小区对应的比特的值不论等于多少（即不论该比特对应的单 TRP 小区是否发生波束失败），终端设备都默认该比特对应的单 TRP 小区未发生波束失败，故第一 MAC CE 中不会存在该比特对应的一个字节，终端设备也不会通过第一 MAC CE 发送该比特对应的单 TRP 小区的波束失败恢复信息。

- 30 还应理解的是，上面是以“上述第一种类型的第一 MAC CE 包括的比特位图中的一个比特对应一个字段，该一个字段对应一个小区”为例进行描述的。可选的，上述第一种类型的第一 MAC CE 包括多个字段，该多个字段中的每个字段对应一个小区，且每个字段采用多个比特（2 个比特或 2 个以上比特），在此情况下，可以将该多个字段整体看作是一个比特位图，此时该一个比特位图中的一个“比特”等于一个“字段”，该字段包括多个比特。

应理解的是，根据本申请实施例提供的上述第一种类型的第一 MAC CE 的格式，如果终端设备需要通过第一 MAC CE 发送小区对应的波束失败恢复信息，那么需要保证第一 MAC CE 包括的一个比特图中的一个比特对应小区，且终端设备检测到该小区发生波

束失败, 以及该小区的配置信息包括  $M$  个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源组,  $M$  为大于 1 的整数 (即, 小区是多 TRP 小区)。也就是说, 在上述情况下, 终端设备才可以通过第一 MAC CE 发送小区对应的波束失败恢复信息。

5 可选的, 网络设备还可以给终端设备分配了除去上述小区之外的其它小区, 为便于描述, 将除去上述小区之外的其它小区。示例性的, 上述其它小区可以是单 TRP 的小区, 即其它小区的配置信息包括 1 个波束失败检测资源组和 1 个备选波束资源组。此时, 第一 MAC CE 包括的一个比特图中的一个比特对应其它小区, 且不论该一个比特的取值等于多少, 终端设备都默认该其它小区未发生波束失败, 此时, 第一 MAC CE 中不存在该一个比特对应的 1 个字节。示例性的, 该其它小区还可以是多 TRP 的小区, 即其它小区的配置信息包括多个 (例如, 该多个为  $S$  个, 且  $S$  为大于 1 的整数,  $S$  可以等于  $M$ , 或者,  $S$  也可以不等于  $M$ ) 波束失败检测资源组和多个备选波束资源组。此时, 第一 MAC CE 包括的一个比特图中的一个比特对应其它小区, 当该多个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组发生波束失败, 那么第一 MAC CE 中还包括该一个比特对应的多个字节, 该多个字节与配置给其它小区的多个波束失败检测资源组一一对应。

10 上面, 结合文字详细描述了本申请实施例提供的第一种类型的第一 MAC CE 的格式。下面, 结合图 6 和图 7 对上述第一种类型的第一 MAC CE 的格式进行介绍。

示例性的, 以网络设备给一个终端设备配置了 8 个小区, 以及给每个小区都配置  $M$  ( $M$  为大于 1 的整数) 个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源组为例, 介绍本申请实施例提供的第一种类型的第一 MAC CE 的格式示意图。可以理解的是, 这 8 个小区都是多 TRP 小区。

20 如图 6 所示, 本申请实施例提供的第一种类型的第一 MAC CE 包括: 一个比特位图 (包括 8 个比特 (即 8 个字节, 每个字节采用一个比特), 分别记为:  $C_0, C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$  和  $C_7$ , 且该 8 个比特与 8 个小区一一对应), 以及与该一个比特位图中的第  $i$  个比特  $C_i$  对应的  $M$  个字节 ( $i$  为大于等于 0 且小于等于 7 的整数), 且该第  $i$  个比特  $C_i$  对应的小区是发生波束失败的多 TRP 小区。其中, 第  $i$  个比特  $C_i$  对应的字节数目等于该第  $i$  个比特  $C_i$  对应的小区包括的波束失败检测资源组或备选波束资源组的数目, 该第  $i$  个比特  $C_i$  对应的  $M$  个字节可以与  $M$  个波束失败检测资源组一一对应, 或者, 第  $i$  个比特  $C_i$  对应的  $M$  个字节可以与  $M$  个备选波束资源组一一对应, 或者, 第  $i$  个比特  $C_i$  对应的  $M$  个字节可以与  $M$  个 TRP 一一对应。可以理解的是, 当上述一个比特位图中的一个比特对应的是未发生波束失败的多 TRP 小区, 或者, 当上述一个比特位图中的一个比特对应的是单 TRP 小区时, 上述第一 MAC CE 中不存在该一个比特对应的字节。

30 示例性的, 上述第一 MAC CE 包括的一个比特位图中的第 1 个比特  $C_0$  对应的多 TRP 小区 (该小区的配置信息包括  $M$  个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源,  $M$  为大于 1 的整数) 发生波束失败, 则第一 MAC CE 中存在该第 1 个比特  $C_0$  对应的  $M$  个字节,  $M$  个字节可以为  $M$  个波束失败检测资源组一一对应。如果仅在  $M$  个波束失败检测资源组中的一个波束失败检测资源组中检测到波束失败, 且该一个波束失败检测资源组对  $M$  个字节中的第一个字节, 在此情况下,  $M$  个字节中的第 1 个字节中可以包括:  $F_1$  字段 (即, 上述第一字段的一例),  $AC_1$  字段 (即, 上述第二字段的一例) 和备选  $RSID_1$  字段 (即, 上述第三字段的一例), 其中,  $F_1$  字段的取值用于指示该 1 个字节对应的波束失败检测资源

组发生波束失败,  $AC_i$  字段的取值用于指示该字段所在字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束资源, 备选  $RSID_i$  字段的取值用于指示上述满足质量要求的备选波束资源的信息。或者,  $M$  个字节中的第 1 个字节中也可以仅包括:  $F_i$  字段 (即, 上述第一字段的一例) 和  $AC_i$  字段 (即, 上述第二字段的一例), 其中,  $F_i$  字段的取值用于指示该 1 个字节对应的波束失败检测资源组发生波束失败,  $AC_i$  字段的取值用于指示该字段所在字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束资源, 此时, 备选  $RSID_i$  字段的取值为空, 即备选  $RSID_i$  无具体含义。此外, 上述  $M$  个字节中的除去第 1 个字节之外的其余每个字节仅包括:  $F_i$  字段 (即, 上述第一字段的一例), 且  $F_i$  字段的取值用于指示该字段所在字节对应的波束失败检测资源组未发生波束失败。

可选的, 在一些实现方式中, 图 6 中的  $F_M$  字段可以位于每个字节的第二比特, 图 6 中的  $AC_M$  字段可以位于每个字节的第一比特, 在此情况下, 需要将图 6 中的  $F_M$  字段和  $AC_M$  字段的位置互换。可选的, 在一些实现方式中, 图 6 中的备选  $RSID_M$  字段的长度还可以为 5 比特。可选的, 在一些实现方式中, 图 6 中的一个字节中的备选  $RSID$  字段的长度还可以为更少数目的比特 (例如, 5 比特),  $AC$  字段的长度也可以为更多数目的比特 (例如, 2 比特)。例如,  $R$  字段的长度可以为 1 比特,  $AC$  字段的长度可以为 2 比特, 备选  $RSID$  字段可以采用 5 比特, 此时, 可以定义  $AC$  字段的取值等于 11 表示该  $AC$  字段所在字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束资源。

应理解的是, 在上述图 6 中, 以“网络设备给一个终端设备配置了 8 个小区, 每个小区都配置有  $M$  个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源组,  $M$  为大于 1 的整数”为例, 介绍本申请实施例提供的第一种类型的第一 MAC CE 的具体格式。也就是说, 上述图 6 仅为示意, 并不对本申请实施例提供的第一种类型的第一 MAC CE 格式构成任何限定。

下面, 以上述图 6 所示的第一种类型的第一 MAC CE 的格式为例进行介绍。

示例性的, 网络设备给一个终端设备配置了 3 个小区, 分别为小区 0, 小区 1 和小区 2, 小区 0 是配置了 3 个波束失败检测资源组和 3 个备选波束资源组的小区, 小区 1 是配置了 2 个波束失败检测资源组和 2 个备选波束资源组的小区, 小区 2 是配置了 1 个波束失败检测资源组和 1 个备选波束资源组的小区。其中, 小区 0 对应第一 MAC CE 包括的比特位图中的第一比特  $C_0$ , 小区 1 对应第一 MAC CE 包括的比特位图中的第二比特  $C_1$ , 小区 2 对应第一 MAC CE 包括的比特位图中的第三比特  $C_2$ 。

终端设备检测到配置给小区 0 的 3 个波束失败检测资源组 (波束失败检测资源组#1, 波束失败检测资源组#2 和波束失败检测资源组#3) 中的 2 个波束失败检测资源组 (波束失败检测资源组#1 和波束失败检测资源组#3) 发生波束失败, 且 3 个备选波束资源组中仅存在波束失败检测资源组#1 对应的备选波束资源, 其中, 波束失败检测资源组#1 与第一比特  $C_0$  对应的 3 个字节中的第 1 个字节对应, 波束失败检测资源组#2 与第一比特  $C_0$  对应的 3 个字节中的第 2 个字节对应, 波束失败检测资源组#3 与第一比特  $C_0$  对应的 3 个字节中的第 3 个字节对应。

终端设备检测到配置给小区 1 的 2 个波束失败检测资源组 (波束失败检测资源组#1 和波束失败检测资源组#2) 中的 1 个波束失败检测资源组 (即, 波束失败检测资源组#2) 发生波束失败, 且 3 个备选波束资源组中仅存在波束失败检测资源组#1 对应的备选波束资源, 以及波束失败检测资源组#3 对应的备选波束资源, 其中, 波束失败检测资源组#1

与第二比特 $C_1$ 对应的2个字节中的第1个字节对应,波束失败检测资源组#2与第二比特 $C_1$ 对应的2个字节中的第2个字节对应。

终端设备检测到配置给小区2的波束失败检测资源组的数量和备选波束资源组的数量都是1,故第一MAC CE中不存在第三比特 $C_2$ 对应的字节,第三比特 $C_2$ 的取值默认为0或1。

在一个示例中,定义多TRP小区对应的比特位图中的一个比特的取值等于1,表示该多个TRP传输发生波束失败,定义多个TRP传输对应的比特位图中的一个比特的取值等于0,表示该多个TRP传输未发生波束失败。定义该一个比特对应的多个字节中的每个字节中的第一个字段的取值等于1,表示该每个字节对应的波束失败检测资源组发生波束失败,定义该一个比特对应的多个字节中的每个字节中的第一个字段的取值等于0,表示该每个字节对应的波束失败检测资源组未发生波束失败。在此情况下,上述第一比特 $C_0$ 对应的3个字节,以及上述第二比特 $C_1$ 对应的2个字节的具体内容可以参见图7。以第一比特 $C_0$ 对应的字节为例, $C_0$ 对应的字节中的字段为空,即表示该字段无具体含义。例如,第一比特 $C_0$ 对应的第2个字节中的 $F_2$ 字段等于0,表示该第2个字节对应的波束失败检测资源组未发生波束失败,故第2个字节中的其余字段为空。

应理解的是,上述图6和图7仅为示意,并不对本申请实施例提供的第一种类型的第一MAC CE的格式构成任何限定。根据本申请实施例提供的第一种类型的第一MAC CE的格式的定义得到的第一MAC CE的格式都属于本申请实施例要求保护的MAC CE的格式。

上面,以“小区对应的波束失败恢复信息可以包括如下信息:M个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败的波束失败检测资源组对应的波束失败恢复信息,以及M个波束失败检测资源组中未检测到发生波束失败的波束失败检测资源组的信息。”为例,介绍了本申请实施例提供的第一种类型的第一MAC CE的格式。下面,以“小区对应的波束失败恢复信息可以包括:M个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败的波束失败检测资源组对应的波束失败恢复信息”为例,介绍本申请实施例提供的第二种类型的第一MAC CE的格式,第三种类型的第一MAC CE的格式,第四种类型的第一MAC CE的格式,以及第五种类型的第一MAC CE的格式。

第二种类型的第一MAC CE的格式:

本申请实施例提供的第二种类型的第一MAC CE包括:一个比特位图。可以理解的是,该第二种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义,与上述第一种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义相同,此处未详细描述的内容具体可以参考对上述第一种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义。

可选的,上述比特位图中的一个比特对应一个或多个字节。第一MAC CE还包括一个第四字段,第四字段用于指示一个比特对应的字节数量。

其中,上述一个比特对应的小区可以理解为是发生波束失败的多TRP小区,该一个比特对应的具体字节数量等于该一个比特对应的多TRP小区中发生波束失败的TRP的数量,或等于检测到该一个比特对应的多TRP小区中发生波束失败的波束失败恢复资源组的数量。具体的,当一个比特对应的多TRP小区中仅有一个TRP发生波束失败,该一个比特仅对应一个字节,即上述第二种类型的第一MAC CE中仅包括该一个比特对应的一

个字节。例如，多 TRP 小区中共有 2 个 TRP，当这 2 个 TRP 中仅有 1 个 TRP 都发生波束失败时，上述比特位图中的对应该多 TRP 小区的比特仅对应 1 个字节，这 1 个字节与发生波束失败的 TRP 对应，或与检测到发生波束失败的波束失败检测资源组对应，此时，上述第二种类型的第一 MAC CE 中仅包括该一个比特对应的一个字节。当一个比特对应的多 TRP 小区中仅有多个 TRP 发生波束失败，该一个比特仅对应多个字节，即上述比特位图中包括该一个比特对应的多个字节。例如，多 TRP 小区中共有 2 个 TRP，当这 2 个 TRP 都发生波束失败时，上述比特位图中的对应该多 TRP 小区的比特对应 2 个字节，这 2 个字节与这 2 个发生波束失败的 TRP 对应，或与检测到该多 TRP 小区中发生波束失败的两个波束失败检测资源组对应，此时，上述第二种类型的第一 MAC CE 中包括该比特对应的 2 个字节。可选的，上述第四字段也可以理解为用于指示多 TRP 小区中发生波束失败的 TRP 的数量，或者，第四字段还可以理解为用于指示多 TRP 小区中发生波束失败的波束失败检测资源组的数量。例如，可以定义第四字段等于 0 表示多 TRP 小区中的单个 TRP 发生波束失败，可以定义第四字段等于 1 表示多 TRP 小区中的多个 TRP 都发生波束失败。或者，可以定义第四字段等于 1 表示多 TRP 小区中的单个 TRP 发生波束失败，可以定义第四字段等于 0 表示多 TRP 小区中的多个 TRP 都发生波束失败。

本申请实施例提供的第二种类型的第一 MAC CE，仅在该第一 MAC CE 包括的比特位图中的一个比特对应的小区是发生波束失败的多 TRP 小区的情况下，该第一 MAC CE 中才会存在该任一比特对应的一个或多个字节，且该一个或多个字节对应的波束失败检测资源组是发生波束失败的波束失败检测资源组。

可选的，上述第四字段可以为上述小区对应的一个或多个字节中的第一个字节中的一个字段，该第四字段用于指示第一个字节的下一字节是否携带小区的波束失败恢复信息，或者该第四字段用于指示该第一 MAC CE 中是否存在该小区的第二个字节。上述第四字段可以位于该第一个字节中的第一比特，或第二比特，此时该第四字段的长度为 1 比特。可选的，第四字段的长度还可以为更多数目的比特。例如，第四字段的长度还可以为 2 比特，此时第四字段可以采用该第四字段所在字节的前 2 比特。

可选的，上述一个或多个字节中的第一个字节中还包括第五字段，第五字段用于指示发生波束失败的 TRP 的信息。例如，发生波束失败的 TRP 的信息包括但不限于是发生波束失败的 TRP 的索引，或检测到发生波束失败的波束失败检测资源组的索引。应理解，TRP 的索引，TRP 对应的波束失败检测资源组的索引，TRP 对应的备选波束资源组的索引，以及 CORESET 分组的索引，这些描述是等价的，即这些描述所表示的含义是一致的。

进一步的，可以规定只有在第四字段指示仅存在一个字节时，第五字段才用于指示发生波束失败的 TRP 的信息或检测到发生波束失败的波束失败检测资源组的信息。当第四字段指示存在 M 个字节时，第五字段的值可以为空，即没有具体信息，终端设备可以忽略。这时，M 个字节与 M 个波束失败检测资源组一一对应，或 M 个字节与 M 个备选波束资源组一一对应，或 M 个字节与 M 个 TRP 一一对应，或 M 个字节与 M 个 CORESET 分组一一对应，具体对应关系可参考第一种类型的第一 MAC CE 格式。

上述第五字段的长度可以为 1 比特，第五字段的长度还可以为更多数目的比特，对此不作具体限定。例如，第五字段的长度还可以为 2 比特，此时第五字段可以采用该第五字段所在字节的前 2 比特。

可选的，一个或多个字节中的每个字节还包括一个第七字段，第七字段用于指示每个字节对应的备选波束资源组中是否存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源。或者，第七字段用于指示每个字节中是否存在备选波束资源信息。在本申请实施例中，备选波束资源组与 TRP 可以相互等效的。换句话说，第七字段也可以用于指示每个字节对应的 TRP 是否存在满足质量要求的备选波束资源。其中，第七字段的长度为 1 比特，第七字段的位置可以是对应的字节中的第一比特，第二比特或第三比特。例如，如果任一比特对应多个字节，此时，多个字节中的第一个字节中的第七字段可以位于该第一个字节中的第三个比特，多个字节中的第二个字节中的第七字段也可以位于第二个字节中的第三个比特，或者第二个字节中的第七字段还可以位于第二个字节中的第一个比特，或第二个比特，即此时该第七字段采用一个比特。可选的，第七字段的长度还可以为更多数目的比特，对此不作具体限定。

可选的，上述一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第八字段。进一步，本申请实施例还提供了第八字段的两种定义方式，下面具体介绍第八字段的两种定义方式。在第一种定义方式中，第八字段用于指示每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。在本申请实施例中，备选波束资源组与 TRP 可以相互等效的。换句话说，第八字段也可以用于指示每个字节对应的 TRP 的满足质量要求的备选波束资源的信息。其中，第三字段的长度可以为 6 比特，或 5 比特。例如，当第三字段的长度为 6 比特时，该第三字段具体可以是该字段所在字节的最后 6 比特。例如，当第三字段的长度为 5 比特时，该第三字段具体可以是该字段所在字节的最后 5 比特。可选的，第八字段的长度还可以为其它数值，对此不作具体限定。

在第二种定义方式中，第八字段的取值可以包括多个字段值，这多个字段值中的一个字段值用于表示上述每个字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束资源，多个字段值中除去一个字段值之外的其余字段值中的每个字段值用于表示一个满足质量要求的备选波束资源的信息。可选的，上述其余字段值中也可以存在部分字段值不表示满足质量要求的备选波束资源的信息，即不是其余字段值中的每个字段值都用于表示满足质量要求的备选波束资源的信息。例如，第八字段长度为 6 比特，字段值 000000 表示不存在满足质量要求的备选波束资源，其余字段值（例如，111100）表示一个具体的满足质量要求的备选波束资源的信息。或者，字段值 111111 表示不存在满足质量要求的备选波束资源，其余字段值（例如，111000）表示一个具体的满足质量要求的备选波束资源的信息。即其余 63 个字段值可以分别指示 63 个备选波束资源中的一个。可以规定网络设备为终端设备配置的备选波束资源组最多包含 63 个备选波束资源。或者规定网络设备为终端设备配置的两个备选波束资源组总共最多包含 63 个备选波束资源。又例如，第八字段长度为 5 比特，字段值 00000 表示不存在满足质量要求的备选波束资源，其余字段值表示一个具体的满足质量要求的备选波束资源的信息。或者，字段值 11111 表示不存在满足质量要求的备选波束资源，其余字段值表示一个具体的满足质量要求的备选波束资源的信息。即其余 31 个字段值可以分别指示 31 个备选波束资源中的一个。可以规定网络设备为终端设备配置的备选波束资源组最多包含 31 个备选波束资源。或者规定网络设备为终端设备配置的两个备选波束资源组总共最多包含 31 个备选波束资源。又例如，第八字段长度为 7 比特，字段值 0000000 表示不存在满足质量要求的备选波束资源，其余字段值表示

一个具体的满足质量要求的备选波束资源的信息。或者，字段值 1111111 表示不存在满足质量要求的备选波束资源，其余字段值表示一个具体的满足质量要求的备选波束资源的信息。即其余 127 个字段值可以分别指示 127 个备选波束资源中的一个。可以规定网络设备为终端设备配置的备选波束资源组最多包含 127 个备选波束资源。或者规定，网络设备为终端设备配置的两个备选波束资源组总共最多包含 127 个备选波束资源。

其中，上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以仅包括上述字段中的任意一个字段。也就是说，上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以仅包括上述的一个第四字段。上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以仅包括上述的一个第五字段。上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以仅包括上述的一个第七字段。上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以仅包括上述的一个第八字段（例如，上述第一种定义方式的第八字段，或上述第二种定义方式的第八字段）。

可选的，上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以同时包括上述字段中的多个字段。例如，上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以同时包括一个第四字段和一个第五字段。例如，上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以同时包括：一个第四字段，一个第五字段，一个第七字段和一个第八字段（即，上述第一种定义方式的第八字段），当第七字段用于指示该第七字段所在字节对应的 TRP 不存在满足质量要求的备选波束资源时，第八字段的取值可以为空。

上面，结合文字详细描述了本申请实施例提供的第二种类型的第一 MAC CE 的格式，下面，结合图 8 和图 9 对上述第二种类型的第一 MAC CE 的格式进行介绍。

示例性的，以网络设备给一个终端设备配置了 8 个小区，以及给每个小区都配置  $M$  ( $M$  为大于 1 的整数) 个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源组为例，介绍本申请实施例提供的第二种类型的第一 MAC CE 的格式示意图。其中，这 8 个小区可以理解为都是多 TRP 小区。

如图 8 所示，本申请实施例提供的第二种类型的第一 MAC CE 包括：一个比特位图（包括 8 个比特（即 8 个字段，每个字段采用一个比特），分别记为： $C_0, C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$  和  $C_7$ ，且该 8 个比特与 8 个小区一一对应），以及该一个比特位图中的任一比特  $C_i$  ( $i$  为大于等于 0 且小于等于 7 的整数) 对应的一个或多个字节，其中，该任一比特  $C_i$  对应的小区是发生波束失败的多 TRP 的小区，任一比特  $C_i$  对应的字节数量与该任一比特  $C_i$  对应的多 TRP 的小区发生波束失败的数量相同。

如图 8 中的 (a) 所示，如果上述任一比特  $C_i$  对应的多 TRP 小区发生波束失败的数目为 1 个，那么该任一比特  $C_i$  对应的 1 个字节，该 1 个字节可以包括：E 字段（即，上述第四字段的一例），T 字段（即，上述第五字段的一例）， $AC_i$  字段（即，上述第七字段的一例）和备选 RS ID <sub>$i$</sub>  字段（即，上述第八字段的一例），其中，E 字段用于指示该任一比特  $C_i$  对应的多 TRP 小区中仅有 1 个 TRP 发生波束失败，T 字段用于指示发生波束失败的该 1 个 TRP 的信息（例如，该 TRP 的索引）， $AC_i$  字段用于指示该 1 个字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源，备选 RS ID <sub>$i$</sub>  字段用于指示该 1 个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。可选的，该 1 个字节还可以包括：E 字段（即，上述第四字段的一例），T 字段（即，上述第五字段的一例）和  $AC_i$  字段（即，上述第七

字段的一例), 此时,  $AC_1$  字段用于指示该 1 个字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源, 在此情况下, 还可以理解该 1 个字节对应的备选 RS ID<sub>1</sub> 字段的取值为空。

5 如图 8 中的 (b) 所示, 如果上述任一比特  $C_i$  对应的多 TRP 小区发生波束失败的数量为  $M$  ( $M$  为大于 1 的整数) 个, 那么该任一比特  $C_i$  对应的  $M$  个字节, 该  $M$  个字节中的第 1 个字节可以包括: E 字段 (即, 上述第四字段的一例), T 字段 (即, 上述第五字段的一例),  $AC_1$  字段 (即, 上述第七字段的一例) 和备选 RS ID<sub>1</sub> 字段 (即, 上述第八字段的一例), 其中, E 字段用于指示该任一比特  $C_i$  对应的多 TRP 小区都发生波束失败, T 字段的取值为空,  $AC_1$  字段用于指示该 1 个字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的  
10 的备选波束或满足质量要求的备选波束资源, 备选 RS ID<sub>1</sub> 字段用于指示该 1 个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。该  $M$  个字节中除去第 1 个字节之外的每个字节可以包括: R 字段, AC 字段和备选 RS ID 字段。以  $M$  个字节中的第 2 个字节为例, 该第 2 个字节可以包括: R 字段,  $AC_2$  字段和备选 RS ID<sub>2</sub> 字段, 其中, R 字段为预留字段, 无具体含义,  $AC_2$  字段用于指示该 2  
15 个字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源, 备选 RS ID<sub>2</sub> 字段用于指示该 2 个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。可选的, 该第 2 个字节也可以包括: R 字段和  $AC_2$  字段, 其中, R 字段为预留字段, 无具体含义,  $AC_2$  字段用于指示该 2  
20 个字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束或满足要求的备选波束资源, 在此情况下, 还可以理解该第 2 个字节也包括备选 RS ID<sub>2</sub> 字段, 但该备选 RS ID<sub>2</sub> 字段的取值为空。

可选的, 上述图 8 中的 (b) 所示的 E 字段也可以是该任一比特  $C_i$  对应的  $M$  个字节中的其余字节中的字段。图 8 中以 E 字段, T 字段, AC 字段, R 字段采用一个比特, 备选 RS ID 字段采用 5 个比特为例进行介绍, 在另一些实现方式中, 上述各个字段采用的比特数目还可以为其它数值, 对此不作具体限定。可选的, 图 8 中 MAC CE 包括的不同字节中对应  
25 同一字段 (例如, AC 字段) 所采用的比特数目也可以不相同。

下面, 以上述图 8 所示的第二种类型的第一 MAC CE 的格式为例进行介绍。

示例性的, 网络设备给一个终端设备配置了 3 个小区, 分别为小区 0, 小区 1 和小区 2, 小区 0 是配置了 3 个波束失败检测资源组和 3 个备选波束资源组的小区, 小区 1 是配置  
30 了 2 个波束失败检测资源组和 2 个备选波束资源组的小区, 小区 2 是配置了 2 个波束失败检测资源组和 2 个备选波束资源组的小区。其中, 小区 0 对应第一 MAC CE 包括的比特位图中的第一比特  $C_0$ , 小区 1 对应第一 MAC CE 包括的比特位图中的第二比特  $C_1$ , 小区 2 对应第一 MAC CE 包括的比特位图中的第三比特  $C_2$ 。

35 终端设备检测到配置给小区 0 的 3 个波束失败检测资源组 (波束失败检测资源组#1, 波束失败检测资源组#2 和波束失败检测资源组#3) 中的 3 个波束失败检测资源组都发生波束失败, 且 3 个备选波束资源组中仅存在波束失败检测资源组#2 对应的备选波束资源, 以及波束失败检测资源组#3 对应的备选波束资源, 其中, 波束失败检测资源组#1 与第一比特  $C_0$  对应的 3 个字节中的第 1 个字节对应, 波束失败检测资源组#2 与第一比特  $C_0$  对应的 3 个字节中的第 2 个字节对应, 波束失败检测资源组#3 与第一比特  $C_0$  对应的 3 个字节

中的第3个字节对应。终端设备检测到配置给小区1的2个波束失败检测资源组（波束失败检测资源组#1和波束失败检测资源组#2）中的1个波束失败检测资源组（即，波束失败检测资源组#2）发生波束失败，且3个备选波束资源组中仅存在波束失败检测资源组#1对应的备选波束资源，以及波束失败检测资源组#3对应的备选波束资源，其中，波束失败检测资源组#1与第二比特 $C_1$ 对应的1个字节对应。终端设备检测到配置给小区2的2个波束失败检测资源组都未发生波束失败，故第一MAC CE中不存在第三比特 $C_2$ 对应的字节。

在一个示例中，定义多TRP小区对应的比特位图中的一个比特的取值等于1，表示该多个TRP传输发生波束失败，定义多个TRP传输对应的比特位图中的一个比特的取值等于0，表示该多个TRP传输未发生波束失败。定义该一个比特对应的多个字节中的第1个字节中的第五字段的取值等于1，表示该第1个字节对应的多个波束失败检测资源组中的多个波束失败检测资源组发生波束失败，定义该一个比特对应的多个字节中的第1个字节中的第五字段的取值等于0，表示该第1个字节对应的多个波束失败检测资源组中仅有1个波束失败检测资源组发生波束失败。在此情况下，上述第一比特 $C_0$ 对应的3个字节，以及上述第二比特 $C_1$ 对应的2个字节的具体内容可以参见图9，其中，E字段即上述第四字段的一例， $AC_1$ 、 $AC_2$ 或 $AC_3$ 字段即上述第七字段的一例，备选RS ID<sub>1</sub>字段或备选RS ID<sub>2</sub>字段即上述第八字段的一例。

应理解的是，上述图8和图9是以“上述第二种类型的第一MAC CE包括的比特位图中的一个比特对应一个字段，该一个字段对应一个小区”为例进行描述的。可选的，在一些实现方式中，上述图8和图9中的第二种类型的第一MAC CE可以包括多个字段，该多个字段中的每个字段对应一个小区，且每个字段采用多个比特（2个比特或2个以上比特），在此情况下，可以将该多个字段整体看作是一个比特位图，此时该一个比特位图中的一个“比特”等于一个“字段”，该字段包括多个比特。上述图8和图9仅为示意并不对本申请实施例提供的第二种类型的第一MAC CE的格式构成任何限定。根据本申请实施例提供的第二种类型的第一MAC CE的格式的定义得到的第一MAC CE的格式都属于本申请实施例要求保护的MAC CE的格式。

第三种类型的第一MAC CE的格式：

本申请实施例提供的第三种类型的第一MAC CE包括：一个比特位图。可以理解的是，该第三种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义，与上述第一种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义相同，此处未详细描述的内容具体可以参考对上述第一种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义。

可选的，上述比特位图中的任一比特对应一个或多个字节，

第一MAC CE还包括一个第四字段，第四字段用于指示任一比特对应的字节数量。

可选的，第四字段为一个或多个字节中的第一个字节中的一个字段，该第四字段用于指示第一个字节的下一字节是否携带小区的波束失败恢复信息。其中，第四字段可以位于该第一个字节中的第一比特，或第二比特。第四字段的具体特征可参考上述第二种类型的第一MAC CE格式。

可选的，一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第六字段，第六字段用于指示每个字节对应的波束失败检测资源组，或每个字节对应的备选波束资源组。其中，第六字段

的长度可以为 1 比特，第六字段的长度还可以为更多数目的比特，对此不作具体限定。

可选的，一个或多个字节中的每个字节还包括一个第七字段，第七字段用于指示每个字节对应的备选波束资源组中是否存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源。第七字段的具体特征可参考第二种类型的第一 MAC CE 格式。

- 5 可选的，一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第八字段，第八字段用于指示每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。第八字段的具体特征可参考第二种类型的第一 MAC CE 格式。

- 10 其中，上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以仅包括上述字段中的任意一个字段。也就是说，上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以仅包括上述的一个第四字段。上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以仅包括上述的一个第六字段。上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以仅包括上述的一个第七字段。上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以仅包括上述的一个第八字段。

- 15 可选的，上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以同时包括上述字段中的多个字段。例如，上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以同时包括一个第四字段和一个第六字段。例如，上述一个比特对应一个或多个字节中的每个字节可以同时包括：一个第四字段，一个第六字段，一个第七字段和一个第八字段（即，上述第一种定义方式的第八字段），当第七字段用于指示该第七字段所在字节对应的 TRP 不存在满足质量要求的备选波束资源时，第八字段的取值可以为空。

- 20 应理解的是，上述第三种类型的第一 MAC CE 的格式中的每个字节中的第四字段，第七字段和第八字段，与上述第二种类型的第一 MAC CE 的格式中的每个字节中的第四字段，第七字段和第八字段具体定义相同，此处未详细赘述的内容具体可以参见上述有关第二种类型的第一 MAC CE 的格式的描述。

- 25 上面，结合文字详细描述了本申请实施例提供的第三种类型的第一 MAC CE 的格式的定义，下面，结合图 10 和图 11 对上述第三种类型的第一 MAC CE 的格式进行介绍。

- 30 示例性的，以网络设备给一个终端设备配置了 8 个小区，以及给每个小区都配置  $M$  ( $M$  为大于 1 的整数) 个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源组为例，介绍本申请实施例提供的第三种类型的第一 MAC CE 的格式示意图。其中，这 8 个小区可以理解为都是多 TRP 小区。

- 35 如图 10 所示，本申请实施例提供的第三种类型的第一 MAC CE 包括：一个比特位图（包括 8 个比特（即 8 个字段，每个字段采用一个比特），分别记为： $C_0$ ， $C_1$ ， $C_2$ ， $C_3$ ， $C_4$ ， $C_5$ ， $C_6$  和  $C_7$ ，且该 8 个比特与 8 个小区一一对应），以及该一个比特位图中的任一比特  $C_i$  对应的一个或多个字节（ $i$  为大于等于 0 且小于等于 7 的整数），其中，该任一比特  $C_i$  对应的小区是发生波束失败的多 TRP 的小区，任一比特  $C_i$  对应的字节数量与该任一比特  $C_i$  对应的多 TRP 的小区发生波束失败的数量相同。

- 40 如图 10 中的 (a) 所示，如果上述任一比特  $C_i$  对应的多 TRP 小区发生波束失败的数目为 1 个，那么该任一比特  $C_i$  对应的 1 个字节，该 1 个字节可以包括：E 字段（即，上述第四字段的一例）， $T_i$  字段（即，上述第六字段的一例）， $AC_i$  字段（即，上述第七字段的一例）和备选 RS ID <sub>$i$</sub>  字段（即，上述第八字段的一例），其中，E 字段用于指示该任一比特  $C_i$  对应的多 TRP 小区中仅有 1 个 TRP 发生波束失败， $T_i$  字段用于指示该 1 个字节对

应的波束失败检测资源组,或 $T_1$ 字段用于指示该1个字节对应的备选波束资源组, $AC_1$ 字段用于指示该1个字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源,备选 $RS\ ID_1$ 字段用于指示该1个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。可选的,该1个字节还可以包括:E字段(即,上述第四字段的一例),T字段(即,上述第五字段的一例)和 $AC_1$ 字段(即,上述第七字段的一例),此时, $AC_1$ 字段用于指示该1个字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源,在此情况下,还可以理解该1个字节对应的备选 $RS\ ID_1$ 字段的取值为空。

如图10中的(b)所示,如果上述任一比特 $C_i$ 对应的多TRP小区发生波束失败的数目为 $M$ ( $M$ 为大于1的整数)个,那么该任一比特 $C_i$ 对应的 $M$ 个字节,该 $M$ 个字节中的第1个字节可以包括:E字段(即,上述第四字段的一例), $T_1$ 字段(即,上述第六字段的一例), $AC_1$ 字段(即,上述第七字段的一例)和备选 $RS\ ID_1$ 字段(即,上述第八字段的一例),其中,E字段用于指示该任一比特 $C_i$ 对应的多TRP小区中仅有1个TRP发生波束失败, $T_1$ 字段用于指示该1个字节对应的波束失败检测资源组,或 $T_1$ 字段用于指示该1个字节对应的备选波束资源组, $AC_1$ 字段用于指示该1个字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源,备选 $RS\ ID_1$ 字段用于指示该1个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。该 $M$ 个字节中除去第1个字节之外的每个字节可以包括:R字段,T字段,AC字段和备选 $RS\ ID$ 字段。以 $M$ 个字节中的第2个字节为例,该第2个字节可以包括:R字段, $T_2$ 字段, $AC_2$ 字段和备选 $RS\ ID_2$ 字段,其中,R字段为预留字段,无具体含义, $T_2$ 字段用于指示该2个字节对应的波束失败检测资源组,或 $T_2$ 字段用于指示该2个字节对应的备选波束资源组, $AC_2$ 字段用于指示该2个字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源,备选 $RS\ ID_2$ 字段用于指示该2个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。可选的,该第2个字节也可以包括:R字段, $T_2$ 字段和 $AC_2$ 字段,其中,R字段为预留字段,无具体含义, $T_2$ 字段用于指示该2个字节对应的波束失败检测资源组,或 $T_2$ 字段用于指示该2个字节对应的备选波束资源组, $AC_2$ 字段用于指示该2个字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源,在此情况下,还可以理解该第2个字节也包括备选 $RS\ ID_2$ 字段,但该备选 $RS\ ID_2$ 字段的取值为空。

可选的,上述图10中的(b)所示的E字段也可以是该任一比特 $C_i$ 对应的 $M$ 个字节中的其余字节中的字段。图10中以E字段,T字段,AC字段,R字段采用一个比特,备选 $RS\ ID$ 字段采用5个比特为例进行介绍,在另一些实现方式中,上述各个字段采用的比特数目还可以为其它数值,对此不作具体限定。可选的,图10中MAC CE包括的不同字节中对应同一字段(例如,AC字段)所采用的比特数目也可以不相同。下面,以上述图10所示的第三种类型的第一MAC CE的格式为例进行介绍。

示例性的,网络设备给一个终端设备配置了3个小区,分别为小区0,小区1和小区2,小区0是配置了3个波束失败检测资源组和3个备选波束资源组的小区,小区1是配置了2个波束失败检测资源组和2个备选波束资源组的小区,小区2是配置了2个波束失

败检测资源组和 2 个备选波束资源组的小区。其中，小区 0 对应第一 MAC CE 包括的比特位图中的第一比特  $C_0$ ，小区 1 对应第一 MAC CE 包括的比特位图中的第二比特  $C_1$ ，小区 2 对应第一 MAC CE 包括的比特位图中的第三比特  $C_2$ 。

5 终端设备检测到配置给小区 0 的 3 个波束失败检测资源组（波束失败检测资源组#1，波束失败检测资源组#2 和波束失败检测资源组#3）中的 3 个波束失败检测资源组都发生波束失败，且 3 个备选波束资源组中仅存在波束失败检测资源组#2 对应的备选波束资源，以及波束失败检测资源组#3 对应的备选波束资源，其中，波束失败检测资源组#1 与第一比特  $C_0$  对应的 3 个字节中的第 1 个字节对应，波束失败检测资源组#2 与第一比特  $C_0$  对应的 3 个字节中的第 2 个字节对应，波束失败检测资源组#3 与第一比特  $C_0$  对应的 3 个字节中的第 3 个字节对应。终端设备检测到配置给小区 1 的 2 个波束失败检测资源组（波束失败检测资源组#1 和波束失败检测资源组#2）中的 1 个波束失败检测资源组（即，波束失败检测资源组#2）发生波束失败，且 3 个备选波束资源组中仅存在波束失败检测资源组#1 对应的备选波束资源，以及波束失败检测资源组#3 对应的备选波束资源，其中，波束失败检测资源组#1 与第二比特  $C_1$  对应的 1 个字节对应。终端设备检测到配置给小区 2 的 2 个波束失败检测资源组都未发生波束失败，故第一 MAC CE 中不存在第三比特  $C_2$  对应的字节。

20 在一个示例中，定义多 TRP 小区对应的比特位图中的一个比特的取值等于 1，表示该多个 TRP 传输发生波束失败，定义多个 TRP 传输对应的比特位图中的一个比特的取值等于 0，表示该多个 TRP 传输未发生波束失败。定义该一个比特对应的多个字节中的第 1 个字节中的第五字段的取值等于 1，表示该第 1 个字节对应的多个波束失败检测资源组中的多个波束失败检测资源组发生波束失败，定义该一个比特对应的多个字节中的第 1 个字节中的第五字段的取值等于 0，表示该第 1 个字节对应的多个波束失败检测资源组中仅有 1 个波束失败检测资源组发生波束失败。在此情况下，上述第一比特  $C_0$  对应的 3 个字节，以及上述第二比特  $C_1$  对应的 2 个字节的具体内容可以参见图 11，其中，E 字段即上述第 25 四字段的一例， $T_1$ 、 $T_2$  或  $T_3$  字段即上述第七字段的一例， $AC_1$ 、 $AC_2$  或  $AC_3$  字段即上述第七字段的一例，备选 RS ID<sub>1</sub> 字段或备选 RS ID<sub>2</sub> 字段即上述第八字段的一例。其中，第一比特  $C_0$  对应的 3 个字节中的第 1 个字节的备选 RS ID<sub>2</sub> 字段为空，即第一比特  $C_0$  对应的 3 个字节中的第 1 个字节的  $AC_1$  字段指示该字段所在字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束资源。

30 应理解的是，上述图 10 和图 11 是以“上述第三种类型的第一 MAC CE 包括的比特位图中的一个比特对应一个字段，该一个字段对应一个小区”为例进行描述的。可选的，在一些实现方式中，上述图 10 和图 11 中的第三种类型的第一 MAC CE 包括多个字段，该多个字段中的每个字段对应一个小区，且每个字段采用多个比特（2 个比特或 2 个以上比特），在此情况下，可以将该多个字段整体看作是一个比特位图，此时该一个比特位图 35 中的一个“比特”等于一个“字段”，该字段包括多个比特。上述图 10 和图 11 仅为示意并不对本申请实施例提供的第三种类型的第一 MAC CE 的格式构成任何限定。根据本申请实施例提供的第三种类型的第一 MAC CE 的格式的定义得到的第一 MAC CE 的格式都属于本申请实施例要求保护的 MAC CE 的格式。

上面，详细描述了本申请实施例提供的第一种类型的第一 MAC CE 的格式，第二种

类型的第一 MAC CE 的格式，以及第三种类型的第一 MAC CE 的格式。且在上文中，都是以“第一 MAC CE 包括的比特位图中的一个比特对应一个字段，该一个字段对应一个小区（例如，多 TRP 小区或单 TRP 小区）”为例进行介绍的。

下面，基于上述第二种类型的第一 MAC CE 的格式，以及第三种类型的第一 MAC CE 的格式，以“第一 MAC CE 包括的比特位图中的多个比特对应一个字段，该多个字段对应一个小区（例如，多 TRP 小区或单 TRP 小区）”为例进行介绍的。为便于描述，将“第一 MAC CE 包括的比特位图中的多个比特对应一个字段，该多个字段对应一个小区”的第一 MAC CE 简记为第四种类型的第一 MAC CE。

在一种实现方式中，上述第四种类型的第一 MAC CE 格式包括一个或多个字段，每个字段对应一个配置的小区。可以将上述一个或多个字段整体看作一个比特位图（例如，上述图 6 所示的 MAC CE 格式中的比特位图），该比特位图中的多个比特作为一个字段。当该一个字段对应的小区是单 TRP 小区时，该字段为空值，终端设备忽略该字段的取值，将该字段当成是一个没有信息的预留字段。或者，当该一个字段对应的小区是单 TRP 小区时，该字段的值默认为第一值，网络设备不能将该字段的值置为其他值，或者不论网络设备将该字段的值置为什么值，终端设备都将该字段的值当成第一值。第一值用于指示该字段对应的小区未发生波束失败，例如，第一值可以等于 00,01,10 或 11。当该一个字段对应的小区中配置波束失败检测资源组或备选波束资源组的数量为 0 时，也可以采用上述方法，即该小区对应的字段为空值，或默认为第一值。可选的，当该一个字段对应的小区是多 TRP 小区时，该字段的取值用于指示该小区发生波束失败的 TRP 数量，或者该字段的取值用于指示该小区的多个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败的波束失败检测资源组的数量，或者该字段的取值用于指示该 MAC CE 中该小区对应的字节数。当该一个字段指示该小区发生波束失败的 TRP 数量为 2 时，MAC CE 中存在两个字节用于承载该小区的两个 TRP 或两个波束失败检测资源组的波束失败恢复信息。其中，第一个字节对应第一个波束失败检测资源组，第二个字节对应第二个波束失败检测资源组。当该字段指示该小区发生波束失败的 TRP 数量为 1 时，MAC CE 中存在一个字节用于承载发生波束失败的那个 TRP 或那个波束失败检测资源组的波束失败恢复信息。当该字段指示该小区发生波束失败的 TRP 数量为 0 时，MAC CE 中不存在用于承载该小区的波束失败恢复信息的字节。例如，该字段的取值等于 00 表示该小区发生波束失败的 TRP 数量为 0 或表示检测到发生波束失败的波束失败检测资源组数量为 0 或表示该 MAC CE 中该小区对应的字节数为 0，该字段的取值等于 01 表示该小区发生波束失败的 TRP 数量为 1 或表示检测到发生波束失败的波束失败检测资源组数量为 1 或表示该 MAC CE 中该小区对应的字节数为 1，该字段的取值等于 10 表示该小区发生波束失败的 TRP 数量为 2 或表示检测到发生波束失败的波束失败检测资源组数量为 2 或表示该 MAC CE 中该小区对应的字节数为 2，以此类推。

可选的，该一个字段也可以用于指示对应的小区中的波束失败的情况，当该一个字段对应的小区中配置的波束失败检测资源组的数量等于 2 时，波束失败的情况包括：两个波束失败检测资源组中都未发生波束失败，第一个波束失败检测资源组中发生波束失败，第二个波束失败检测资源组中发生波束失败，两个波束失败检测资源组都发生波束失败。可选的，该一个字段可以包括 2 比特，该一个字段的取值可以是 00, 01, 10, 11 中的一种，

每种取值用于指示上述四种情况中的一种。例如，00表示两个波束失败检测资源组中都未发生波束失败，01表示第一个波束失败检测资源组发生波束失败，10表示第二个波束失败检测资源组发生波束失败，11表示两个波束失败检测资源组都发生波束失败。又例如，例如，00表示两个波束失败检测资源组中都未发生波束失败，10表示第一个波束失败检测资源组发生波束失败，01表示第二个波束失败检测资源组发生波束失败，11表示两个波束失败检测资源组都发生波束失败。可选的，该一个字段的两个比特也可以看作两个1比特的独立字段。这两个1比特可以是连续的两个比特，也可以是不连续的两个比特。每个1比特字段分别表示一个对应的波束失败检测资源组是否发生波束失败。例如，第一个比特对应第一个波束失败检测资源组，第二个比特对应第二个波束失败检测资源组；或者，第一个比特对应第二个波束失败检测资源组，第二个比特对应第一个波束失败检测资源组。比特值为0表示对应的波束失败检测资源组中未发生波束失败，比特值为1表示对应的波束失败检测资源组中发生波束失败；或者，比特值为0表示对应的波束失败检测资源组中发生波束失败，比特值为1表示对应的波束失败检测资源组中未发生波束失败。当该一个字段指示的波束失败情况为两个波束失败检测资源组都发生波束失败时，MAC CE 中存在两个字节，用于承载该小区的两个 TRP 或两个波束失败检测资源组的波束失败恢复信息。其中，第一个字节对应第一个波束失败检测资源组，第二个字节对应第二个波束失败检测资源组。当该字段指示该小区发生波束失败的 TRP 数量为1时，例如第一个波束失败检测资源组发生波束失败或第二个波束失败检测资源组发生波束失败时，MAC CE 中存在一个字节用于承载发生波束失败的那个 TRP 或那个波束失败检测资源组的波束失败恢复信息。当两个波束失败检测资源组中都未发生波束失败时，MAC CE 中不存在用于承载该小区的波束失败恢复信息的字节。其中，波束失败恢复信息包括是否存在满足质量要求的备选波束资源的指示信息，以及满足质量要求的备选波束资源的信息等。在另一种实现方式中，上述第四种类型的第一 MAC CE 格式包括一个或多个字段，每个字段对应一个多 TRP 小区。可以将上述一个或多个字段整体看作一个比特位图，该比特位图中的多个比特作为一个字段。各个字段与各个多 TRP 小区的对应关系可以是第 i 个字段对应第 i 个多 TRP 小区或索引第 i 小的多 TRP 小区或索引第 i 大的多 TRP 小区。每个字段的取值用于指示对应的小区发生波束失败的 TRP 数量，或者指示对应的小区的多个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败的波束失败检测资源组的数量，或者指示该 MAC CE 中对应的小区对应的字节数。例如，该字段的取值等于00表示对应的小区发生波束失败的 TRP 数量为0或检测到发生波束失败的波束失败检测资源组数量为0或该 MAC CE 中对应的小区对应的字节数为0，该字段的取值等于01表示对应的小区发生波束失败的 TRP 数量为1或检测到发生波束失败的波束失败检测资源组数量为1或该 MAC CE 中对应的小区对应的字节数为1，该字段的取值等于10表示对应的小区发生波束失败的 TRP 数量为2或检测到发生波束失败的波束失败检测资源组数量为2或该 MAC CE 中对应的小区对应的字节数为2，以此类推。

可选的，上述第一 MAC CE 还可以包括第五字段。

可选的，上述第一 MAC CE 还可以包括第六字段。

可选的，上述第一 MAC CE 还包括第七字段。

可选的，上述第一 MAC CE 还包括第八字段。

其中，上述一个字段占用上述比特位图中的多个（2个或2个以上）比特。

可以理解的是, 上述第四种类型中的第一 MAC CE 中可以包括上述任意一种字段或任意多种字段, 对此不作具体限定。例如, 上述第四种类型中的第一 MAC CE 中可以仅包括上述第五字段。例如, 上述第四种类型中的第一 MAC CE 中可以仅包括上述第七字段和上述第八字段。

5 其中, 上述第四种类型中的第一 MAC CE 中包括的第五字段, 第六字段, 第七字段和第八字段的具体功能, 可以参见上述第二种类型中的第一 MAC CE 中包括的第五字段, 第七字段和第八字段的具体功能, 以及参见上述第三种类型中的第一 MAC CE 中包括的第六字段, 第七字段和第八字段的具体功能, 此处不再详细赘述。

10 下面结合图12介绍本申请实施例提供的一种第四种类型的第一 MAC CE 的具体格式。示例性的, 以第一 MAC CE 包括的比特位图中的 2 个比特对应一个字段, 以网络设备给一个终端设备配置了 4 个小区, 以及给每个小区都配置  $M$  ( $M$  为大于 1 的整数) 个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源组为例, 介绍本申请实施例提供的第四种类型的第一 MAC CE 的格式。其中, 这 4 个小区可以理解为都是多 TRP 小区。

15 如图 12 所示, 本申请实施例提供的第四种类型的第一 MAC CE 可以包括: 4 个字段, 分别记为:  $C_0, C_1, C_2, C_3$ , 每个字段占 2 个比特, 且该 4 个字段与 4 个小区一一对应), 以及每个字段对应的一个或多个字节 ( $i$  为大于等于 0 且小于等于 3 的整数), 其中, 每个字段对应的小区是发生波束失败的多 TRP 的小区, 每个字段对应的字节数量与每个字段对应的多 TRP 的小区发生波束失败的数量相同。其中, 可以将第四种类型的第一 MAC CE 包括的该 4 个字段整体看作是一个比特图(例如, 图 6 所示的 MAC CE 包括的比特图)。如图 12 中的 (a) 所示, 如果上述每个字段  $C_i$  对应的多 TRP 小区发生波束失败的数目为 1 个, 那么该字段  $C_i$  对应的 1 个字节, 该 1 个字节可以包括: T 字段(即, 上述第五字段的一例),  $AC_i$  字段(即, 上述第七字段的一例)和备选 RS ID <sub>$i$</sub>  字段(即, 上述第八字段的一例), 其中, T 字段用于指示发生波束失败的该 1 个 TRP 的信息(例如, 该 TRP 的索引),  $AC_i$  字段用于指示该 1 个字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源, 备选 RS ID <sub>$i$</sub>  字段用于指示该 1 个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。可选的, 该 1 个字节还可以包括: T 字段(即, 上述第五字段的一例)和  $AC_i$  字段(即, 上述第七字段的一例), 此时,  $AC_i$  字段用于指示该 1 个字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源, 在此情况下, 还可以理解该 1 个字节对应的备选 RS ID <sub>$i$</sub>  字段的取值为空。

30 如图 12 中的 (b) 所示, 如果上述字段  $C_i$  对应的多 TRP 小区发生波束失败的数目为  $M$  ( $M$  为大于 1 的整数) 个, 那么该字段  $C_i$  对应的  $M$  个字节, 该  $M$  个字节中的第 1 个字节可以包括: T 字段(即, 上述第五字段的一例),  $AC_i$  字段(即, 上述第七字段的一例)和备选 RS ID <sub>$i$</sub>  字段(即, 上述第八字段的一例), 其中, T 字段的取值为空, 这时不需要通过 T 字段确定检测到发生波束失败的波束失败检测资源组的信息, 而是根据  $M$  个字节与  $M$  个波束失败检测资源组或  $M$  个备选波束资源组的对应关系确定各个字节对应的波束失败检测资源组或备选波束资源组, 具体对应关系可以参考前文。 $AC_i$  字段用于指示该 1 个字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源, 备选 RS ID <sub>$i$</sub>  字段用于指示该 1 个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质

量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。该 M 个字节中除去第 1 个字节之外的每个字节可以包括: R 字段, AC 字段和备选 RS ID 字段。以 M 个字节中的第 2 个字节为例, 该第 2 个字节可以包括: R 字段,  $AC_2$  字段和备选 RS ID<sub>2</sub> 字段, 其中, R 字段为预留字段, 无具体含义,  $AC_2$  字段用于指示该 2 个字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源, 备选 RS ID<sub>2</sub> 字段用于指示该 2 个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。可选的, 该第 2 个字节也可以包括: R 字段和  $AC_2$  字段, 其中, R 字段为预留字段, 无具体含义,  $AC_2$  字段用于指示该 2 个字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源的信息, 在此情况下, 还可以理解该第 2 个字节也包括备选 RS ID<sub>2</sub> 字段, 但该备选 RS ID<sub>2</sub> 字段的取值为空。

可选的, 上述 T 字段还可以位于 M 个字节中的除去第 1 个字节之外的其它字节。例如, 可以将 M 个字节中的第 1 个字节中的 T 字段与 M 个字节中的第 2 个字节中的 R 字段互换, 此时, T 字段位于 M 个字节中的第 2 个字节。可以理解的是, 图 12 中以 T 字段, AC 字段, R 字段采用一个比特, 备选 RS ID 字段采用 6 个比特为例进行介绍, 在另一些实现方式中, 上述各个字段采用的比特数目还可以为其它数值, 对此不作具体限定。可选的, 图 12 中 MAC CE 包括的不同字节中对应同一字段 (例如, AC 字段) 所采用的比特数目也可以不相同。

下面结合图 13 介绍本申请实施例提供的另一种第四种类型的第一 MAC CE 的具体格式。

示例性的, 以第一 MAC CE 包括的比特位图中的 2 个比特对应一个字段, 以网络设备给一个终端设备配置了 4 个小区, 以及给每个小区都配置 M (M 为大于 1 的整数) 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组为例, 介绍本申请实施例提供的第四种类型的第一 MAC CE 的格式。其中, 这 4 个小区可以理解为都是多 TRP 小区。

如图 13 所示, 本申请实施例提供的第四种类型的第一 MAC CE 可以包括: 4 个字段, 分别记为:  $C_0, C_1, C_2, C_3$ , 每个字段占 2 个比特, 且该 4 个字段与 4 个小区一一对应), 以及任一字段  $C_i$  对应的一个或多个字节 (i 为大于等于 0 且小于等于 3 的整数), 其中, 该任一字段  $C_i$  对应的小区是发生波束失败的多 TRP 的小区, 任一字段  $C_i$  对应的字节数量与该任一字段  $C_i$  对应的多 TRP 的小区发生波束失败的数量相同。其中, 可以将第四种类型的第一 MAC CE 包括的该 4 个字段整体看作是一个比特图 (例如, 图 6 所示的 MAC CE 包括的比特图)。

如图 13 所示, 如果上述任一字段  $C_i$  对应的多 TRP 小区发生波束失败的数目为 M 个, 那么该任一字段  $C_i$  对应的 M 个字节, 该 M 个字节中的每个字节可以包括: T 字段 (即, 上述第六字段的一例), AC 字段 (即, 上述第七字段的一例) 和备选 RS ID 字段 (即, 上述第八字段的一例), 其中, T 字段用于指示该 T 字段所在字节对应的波束失败检测资源组, 或 T 字段用于指示该 T 字段所在字节对应的备选波束资源组, AC 字段用于指示该 AC 字段所在字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源, 备选 RS ID 字段用于指示该 RS ID 字段所在字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。以 M 个字节中的第 1 个字节为例: 第 1 个字节包括  $T_1$  字段 (即, 上述第六字段的一例),  $AC_1$

字段和备选RS ID<sub>1</sub>字段。以M个字节中的第2个字节为例：第2个字节包括T<sub>2</sub>字段（即，上述第六字段的一例），AC<sub>2</sub>字段和备选RS ID<sub>2</sub>字段。

可选的，该M个字节中的每个字节还可以包括：T字段（即，上述第六字段的一例）和AC字段（即，上述第七字段的一例），此时，AC字段用于指示该AC字段所在字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源，在此情况下，还可以理解该AC字段所在字节对应的备选RS ID<sub>1</sub>字段的取值为空。

应理解的是，上述图12和图13仅为示意，并不对本申请实施例提供的第四种类型的第一MAC CE的格式构成任何限定。例如，还可以基于上述第一种类型的第一MAC CE，以“第一种类型的第一MAC CE包括的比特位图中的多个比特对应一个字段，该多个字段对应一个小区（例如，多TRP小区或单TRP小区）”为例进行介绍的。

第五种类型的第一MAC CE的格式：

本申请实施例提供的第五种类型的第一MAC CE包括：一个比特位图。可以理解的是，该第五种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义，与上述第一种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义相同，此处未详细描述的内容具体可以参考对上述第一种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义。或者，该第五种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义，与上述第四种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义相同，此处未详细描述的内容具体可以参考对上述第四种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义。

可选的，上述比特位图中的任一比特对应一个或多个字节，

第一MAC CE还包括一个第十字段，第十字段用于指示波束失败的类型，当M等于2时，波束失败的类型可以包括：M个波束失败检测资源组中的第一个波束失败检测资源组中发生波束失败，M个波束失败检测资源组中的第二个波束失败检测资源组中发生波束失败，M个波束失败检测资源组中的两个波束失败检测资源组都发生波束失败等。

可选的，第十字段可以位于上述一个或多个字节中的第一个字节。

可选的，第十字段可以包括2个比特，例如，第十字段可以是第一个字节中的前2比特。可以理解的是，第十字段还可以包括更多数目（例如，3比特等）的比特，对此不作具体限定。

在一些实现方式中，当第十字段包括2个比特时，这2个比特中的每个比特对应M（M等于2）个波束失败检测资源组中的一个波束失败检测资源组，每个比特用于表示对应的一个波束失败检测资源组中是否发生波束失败。示例性的，当第十字段包括2个比特（即第十字段占用2比特），且给小区配置2（即M等于2）个波束失败检测资源组时，第十字段的取值对应四种字段值：00，01，10，11，这四种字段值中的每个字段值可以用于表示以下任意一种：第一个波束失败检测资源组中发生波束失败，第二个波束失败检测资源组中发生波束失败，两个波束失败检测资源组都发生波束失败。例如，01表示第一个波束失败检测资源组发生波束失败，10表示第二个波束失败检测资源组发生波束失败，00或11表示两个波束失败检测资源组都发生波束失败。又例如，10表示第一个波束失败检测资源组发生波束失败，01表示第二个波束失败检测资源组发生波束失败，00或11表示两个波束失败检测资源组都发生波束失败。又例如，00表示第一个波束失败检测资源组发生波束失败，01表示第二个波束失败检测资源组发生波束失败，10或11表示两个波束

失败检测资源组都发生波束失败。在另一些实现方式中，当第十字段包括 2 个比特（即第十字段占用 2 比特），且给小区配置 2（即  $M$  等于 2）个波束失败检测资源组时，此时第十字段也可以被看作是两个 1 比特的独立字段，每个 1 比特字段分别表示一个对应的波束失败检测资源组是否发生波束失败，其中，这两个 1 比特可以是连续的两个比特，也可以是不连续的两个比特。例如，第一个比特对应第一个波束失败检测资源组，第二个比特对应第二个波束失败检测资源组；或者，第一个比特对应第二个波束失败检测资源组，第二个比特对应第一个波束失败检测资源组。其中，比特值为 0 表示对应的波束失败检测资源组中未发生波束失败，比特值为 1 表示对应的波束失败检测资源组中发生波束失败；或者，比特值为 0 表示对应的波束失败检测资源组中发生波束失败，比特值为 1 表示对应的波束失败检测资源组中未发生波束失败。上述技术方案中，都是以第十字段包括 2 比特，且  $M$  等于 2 为例进行介绍，但并不对本申请实施例提供的第十字段的功能构成限定。在一些实现方式中，第十字段还可以包括更多数目的比特，例如，3 比特等。

可选的，当第十字段指示  $M$  个波束失败检测资源组中的两个波束失败检测资源组都发生波束失败时，任一比特对应两个字节；当第十字段指示  $M$  个波束失败检测资源组中的一个波束失败检测资源组发生波束失败时，任一比特对应一个字节。也就是说，当  $M$  等于 2，且第十字段指示的波束失败的类型为  $M$  个波束失败检测资源组中的两个波束失败检测资源组都发生波束失败时，第一 MAC CE 中存在两个字节，用于承载该小区的两个 TRP 或两个波束失败检测资源组的波束失败恢复信息。其中，第一个字节对应第一个波束失败检测资源组，第二个字节对应第二个波束失败检测资源组。当  $M$  等于 2，且第十字段指示的波束失败信息为  $M$  个波束失败检测资源组中的一个波束失败检测资源组发生波束失败时，例如第一个波束失败检测资源组发生波束失败或第二个波束失败检测资源组发生波束失败时，第一 MAC CE 中存在一个字节用于承载发生波束失败的那个 TRP 或那个波束失败检测资源组的波束失败恢复信息。其中，波束失败恢复信息包括是否存在满足质量要求的备选波束资源的指示信息，以及满足质量要求的备选波束资源的信息等。

可选的，一个或多个字节中的每个字节还包括一个第七字段，第七字段用于指示每个字节对应的备选波束资源组中是否存在满足质量要求的备选波束资源。第七字段的具体特征可参考第二种类型的第一 MAC CE 格式。

可选的，一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第八字段，第八字段用于指示每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束资源的信息。第八字段的具体特征可参考第二种类型的第一 MAC CE 格式。

上面，结合文字详细描述了本申请实施例提供的第五种类型的第一 MAC CE 的格式。下面，结合图 14 和图 15 对上述第五种类型的第一 MAC CE 的具体格式进行介绍。

示例性的，以网络设备给一个终端设备配置了 8 个小区，以及给每个小区都配置  $M$ （ $M$  为大于 1 的整数）个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源组为例，介绍本申请实施例提供的第五种类型的第一 MAC CE 的格式示意图。可以理解的是，这 8 个小区都是多 TRP 小区。

下面，结合图 14 介绍一种第五种类型的第一 MAC CE 的具体格式。

如图 14 中的 (a) 所示，本申请实施例提供的第五种类型的第一 MAC CE 包括：一个比特位图（包括 8 个比特（即 8 个字段，每个字段采用一个比特），分别记为： $C_0$ ， $C_1$ ，

$C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ 和 $C_7$ , 且该8个比特与8个小区一一对应), 以及该一个比特位图中的任一比特 $C_i$  ( $i$ 为大于等于0且小于等于7的整数)对应的一个或多个字节, 其中, 该任一比特 $C_i$ 对应的小区是发生波束失败的多TRP的小区, 任一比特 $C_i$ 对应的字节数量与该任一比特 $C_i$ 对应的多TRP的小区发生波束失败的数量相同。

5 如图14中的(a)所示, 如果上述任一比特 $C_i$ 对应的多TRP小区发生波束失败的数目为1个, 那么该任一比特 $C_i$ 对应的1个字节, 该1个字节可以包括: E字段(即, 上述第十字段的一例),  $AC_i$ 字段(即, 上述第七字段的一例)和备选 $RSID_i$ 字段(即, 上述第一种定义方式中的第八字段的一例)。其中, E字段用于指示该任一比特 $C_i$ 对应的小区的 $M$  ( $M$ 为大于1的整数, 例如,  $M$ 等于2)个波束失败检测资源组中的第1个波束失败检测资源组发生波束失败, E字段可以包括2个比特, 2个比特中的每个比特对应一个波束失败检测资源组, 且2个比特中的1比特(例如, 该1比特等于0)用于表示对应的波束失败检测资源组中未发生波束失败, 2个比特中的另一个1比特(例如, 该1比特等于1)用于表示对应的波束失败检测资源组中发生波束失败。 $AC_i$ 字段包括1比特,  $AC_i$ 字段用于指示该1个字节对应的备选波束资源组中存在满足质量要求的备选波束资源。备选  
10  $RSID_i$ 字段包括5比特, 备选 $RSID_i$ 字段用于指示该1个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束资源的信息。

可选的, 任一比特 $C_i$ 对应的1个字节中还可以包括预留字段, 预留字段的取值为空。

如图14中的(b)所示的第五种类型的第一MAC CE包括一个比特位图, 该比特位图的定义与如图14中的(a)所示的第五种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义相同, 此处不再赘述。如图14中的(b)所示, 任一比特 $C_i$ 对应的多TRP小区发生波束失败的数目为 $M$  ( $M$ 为大于1的整数, 例如,  $M$ 等于2)个, 那么该任一比特 $C_i$ 对应的 $M$ 个字节。该 $M$ 个字节中的第一个字节可以包括: E字段(即, 上述第十字段的一例),  $AC_i$ 字段(即, 上述第七字段的一例)和备选 $RSID_i$ 字段(即, 上述第一种定义方式中的第八字段的一例)。E字段用于指示该任一比特 $C_i$ 对应的小区的 $M$  ( $M$ 为大于1的整数, 例如,  $M$ 等于2)个波束失败检测资源组发生波束失败。其中, E字段用于指示该任一比特 $C_i$ 对应的小区的 $M$  ( $M$ 为大于1的整数, 例如,  $M$ 等于2)个波束失败检测资源组发生波束失败, E字段可以包括 $M$ 个比特,  $M$ 个比特中的每个比特对应一个波束失败检测资源组, 且 $M$ 个比特中的每个比特用于表示对应的波束失败检测资源组中发生波束失败。第一个字节之后的每个字节可以包括: R字段(即, 预留字段),  $AC$ 字段(即, 上述第七字段的一例)和备选 $RSID$ 字段(即, 上述第一种定义方式中的第八字段的一例)。  
20  
25  
30

下面, 结合图15, 介绍本申请实施例提供的另一种第五种类型的第一MAC CE的具体格式。

其中, 图15中的(a)和图15中的(b)所示的第五种类型的第一MAC CE中包括的一个比特位图的定义与如图14中的(a)所示的第五种类型的第一MAC CE包括的一个比特位图的定义相同, 未详细赘述的内容具体可以参见上述图14中的(a)中的比特位图的描述。  
35

如图15中的(a)所示, 如果上述任一比特 $C_i$ 对应的多TRP小区发生波束失败的数目为1个, 那么该任一比特 $C_i$ 对应的1个字节, 该1个字节可以包括: E字段(即, 上述第十字段的一例)和备选 $RSID_i$ 字段(即, 上述第二种定义方式中的第八字段的一例)。

其中，E 字段用于指示该任一比特  $C_i$  对应的小区的 M (M 为大于 1 的整数，例如，M 等于 2) 个波束失败检测资源组中的第 1 个波束失败检测资源组发生波束失败，E 字段可以包括 2 个比特，2 个比特中的每个比特对应一个波束失败检测资源组，且 2 个比特中的 1 比特 (例如，该 1 比特等于 1) 用于表示对应的波束失败检测资源组中未发生波束失败，2 个比特中的另一个 1 比特 (例如，该 1 比特等于 0) 用于表示对应的波束失败检测资源组中发生波束失败。选 RS ID<sub>i</sub> 字段可以占用 6 比特，备选 RS ID<sub>i</sub> 字段可以用于指示该 1 个字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束资源，以及满足质量要求的备选波束资源的信息。此时，该备选 RS ID<sub>i</sub> 字段的功能包括：图 14 中的 (a) 所示的第 1 个字节中的 AC<sub>i</sub> 字段的功能，以及图 14 中的 (a) 所示的第 1 个字节中的备选 RS ID<sub>i</sub> 字段的功能。

可选的，任一比特  $C_i$  对应的 1 个字节中还可以包括预留字段，预留字段的取值为空。

如图 15 中的 (b) 所示，任一比特  $C_i$  对应的多 TRP 小区发生波束失败的数目为 M (M 为大于 1 的整数，例如 M 等于 2) 个，那么该任一比特  $C_i$  对应的 M 个字节。该 M 个字节中的第一个字节可以包括：E 字段 (即，上述第十字段的一例) 和备选 RS ID<sub>i</sub> 字段 (即，上述第二种定义方式中的第八字段的一例)。其中，E 字段用于指示该任一比特  $C_i$  对应的小区的 M (M 为大于 1 的整数，例如，M 等于 2) 个波束失败检测资源组都发生波束失败，E 字段可以包括 M 个比特，M 个比特中的每个比特对应一个波束失败检测资源组，且 M 个比特中的每个比特用于表示对应的波束失败检测资源组中发生波束失败。该第一个字节之后的每个字节可以包括：R 字段 (即，预留字段) 和备选 RS ID 字段 (即，上述第二种定义方式中的第八字段的一例)。

应理解，上述图 14 和图 15 仅为示意，并不对本申请实施例提供的第五种类型的第一 MAC CE 的具体格式构成任何限定。例如，图 14 中的 (a) 所示的比特位图中的  $C_i$  可以占用更多数目的比特，比如  $C_i$  还可以占用 2 比特。例如，图 15 中的 (a) 所示的比特位图中的  $C_i$  可以占用更多数目的比特，比如  $C_i$  还可以占用 2 比特。

上面详细介绍了本申请实施例提供的五种类型的第一 MAC CE 的格式，其中，每种类型的第一 MAC CE 仅适用于终端设备上报多 TRP 小区对应的波束失败恢复信息。换句话说，本申请实施例提供的每种类型的第一 MAC CE 不用于终端设备上报单 TRP 小区对应的波束失败恢复信息。还应理解的是，上述五种类型的第一 MAC CE 的格式并不对本申请实施例提供的第一 MAC CE 的格式构成任何限定。例如，在一些实现方式中比特位图中的更多数目的比特 (例如，3 比特) 对应一个字段 (例如，第四字段)。上述五种类型的第一 MAC CE 的格式中的特征可以进行组合，经过组合产生新的 MAC CE 格式也在本申请保护范围之内。例如，一种第一 MAC CE 格式可以包括第四种类型的第一 MAC CE 中的用于指示小区中的波束失败信息的 2 比特字段，和第二种类型的第一 MAC 中的第五字段，这种第一 MAC CE 格式也在本申请保护范围之内。

可以理解的是，在另一些实现方式中，当上述第一 MAC CE 还可以包括如下多种字段中的任意一种或任意多种字段：

字段 1，字段 1 用于指示多 TRP 小区中发生波束失败的 TRP 数量，或者，字段 1 用于指示多 TRP 小区中发生波束失败的波束失败检测资源组的数量。

字段 2，字段 2 用于指示多 TRP 小区中发生波束失败的波束失败类型，波束失败类型

- 可以包括以下一种或多种：多 TRP 小区中的单个 TRP 发生波束失败，多 TRP 小区中的部分 TRP 发生波束失败，多 TRP 小区中的所有 TRP 发生波束失败。当多 TRP 小区配置有 2 个波束失败检测资源组时，波束失败类型也可以包括以下一种或多种：第一个 TRP 发生波束失败，第二个 TRP 发生波束失败，两个 TRP 都发生波束失败，两个 TRP 都未发生波束失败。例如，字段 2 包括 2 比特，该字段 2 对应 4 个字段值，每个字段值对应上述一种类型。波束失败类型也可以包括以下一种或多种：第一个 TRP 发生波束失败，第二个 TRP 发生波束失败，两个 TRP 都发生波束失败。字段 2 包括 2 比特，对应 4 个字段值，其中三个字段值分别表示第一个 TRP 发生波束失败，第二个 TRP 发生波束失败和两个 TRP 都发生波束失败。
- 10 字段 3，字段 3 对应的一个 TRP，字段 3 用于指示该字段 3 对应的 TRP 是否发生波束失败。或者，字段 3 对应一个波束失败检测资源组，字段 3 用于指示在该字段 3 对应的波束失败检测资源组中是否检测到波束失败。当某个上述字段表示未发生波束失败时，该字段所在的那个字节中剩余字段可以无具体含义，终端设备可以忽略。上述字段 3 的数量可以有 M 个，分别对应 M 个 TRP，或分别对应 M 个波束失败检测资源组，或分别对应 M 个 TRP，或分别对应 M 个 CORESET 分组。
- 15 字段 4，字段 4 用于指示发生波束失败的 TRP 的信息，如 TRP 的索引。上述 TRP 的索引可以是一个波束失败检测资源组的索引，即该 TRP 对应的波束失败检测资源组的索引；也可以是一个备选波束资源组的索引，即该 TRP 对应的备选波束资源组的索引；也可以是一个 CORESET 分组的索引，即 CORESETPoolIndex。也可以包括多个上述字段，
- 20 用于指示多个发生波束失败的 TRP 或该 TRP 对应的波束失败检测资源组/备选波束资源组/CORESET 分组的索引。
- 在本申请实施例中，对发生波束失败的 TRP 的信息类型不作限定。例如，发生波束失败的 TRP 的信息可以是发生波束失败的 TRP 的索引信息，该 TRP 的索引可以是一个波束失败检测资源组的索引，即该 TRP 对应的波束失败检测资源组的索引，或者，该 TRP 的索引也可以是一个备选波束资源组的索引，即该 TRP 对应的备选波束资源组的索引，或者，该 TRP 的索引还可以是一个 CORESET 分组的索引，即 CORESETPoolIndex。
- 25 可选的，上述第一 MAC CE 中还可以包括多个上述字段 4。例如，第一 MAC CE 可以包括 3 个字段 4，其中，第 1 个字段 4 用于指示发生波束失败的 TRP 对应的波束失败检测资源组的索引，第 2 个字段 4 用于指示发生波束失败的 TRP 对应的备选波束检测资源组的索引，第 3 个字段 4 用于指示发生波束失败的 TRP 对应的 CORESET 分组的索引。
- 30 字段 5，字段 5 用于指示终端设备上报的备选波束资源的数量。
- 字段 6，字段 6 对应一个 TRP，字段 6 用于表示该字段 6 对应的一个 TRP 是否存在满足质量要求的备选波束资源。或者，字段 6 对应一个备选波束资源组，字段 6 用于指示该字段 6 对应的备选波束资源组中是否存在满足质量要求的备选波束资源。或者，当某个上述字段表示不存在满足质量要求的备选波束资源信息时，该字段所在的那个字节中剩余字段无具体含义，终端设备可忽略。上述字段 6 的数量可以有 M 个，分别对应 M 个 TRP，或分别对应 M 个波束失败检测资源组，或分别对应 M 个 TRP，或分别对应 M 个 CORESET 分组。
- 35 字段 7，字段 7 用于指示备选波束资源的信息。上述字段 7 的数量可以有 M 个，分别

对应 M 个 TRP，或分别对应 M 个波束失败检测资源组，或分别对应 M 个 TRP，或分别对应 M 个 CORESET 分组。字段 7 的一个字段值可以预留起来表示不存在满足质量要求的备选波束资源。例如，字段 7 对应的所有比特的值全为 0 或全为 1 时，表示不存在满足质量要求的备选波束资源。其余的字段值指示一个满足质量要求的备选波束资源的信息。

- 5 可以理解的是，当上述第一 MAC CE 中包括上述多个字段 7 时，上述多个字段 7 指示的多个备选波束资源可以理解为是多个备选波束资源组中的资源，即该多个备选波束资源与该多个备选波束资源组一一对应。在此情况下，上述多个备选波束资源在第一 MAC CE 中的排列顺序可以按照上述多个备选波束资源对应的备选波束资源组的顺序（例如，索引大小顺序或配置顺序）进行排列。上述备选波束资源的信息可以但不限于是备选波束资源的索引。

10 字段 8，字段 8 用于指示上报的一个备选波束资源属于哪个 TRP，或者，字段 8 用于指示上报的一个备选波束资源属于哪个备选波束资源组。

- 可以理解的是，当终端设备需要上报多个备选波束资源时，第一 MAC CE 中可以包括多个字段 8，该多个字段 8 用于指示上报的多个备选波束资源分别属于哪个 TRP，或者，该多个字段 8 用于指示上述多个备选波束资源分别属于哪个备选波束资源组。

- 20 在一种情形中，当一个波束失败检测资源组中发生波束失败，终端设备发送上述第一 MAC CE 后，另一个波束失败检测资源组也相继发生波束失败。即一个 TRP 的波束失败恢复还在进行中，另一个 TRP 又发生了波束失败。在这种情况下，终端设备可以采用以下方法。方法一：终端设备发送另一个第一 MAC CE，用于通知网络设备另一波束失败检测资源组也发生波束失败，以及上报该波束失败检测资源组对应的备选波束资源的信息，如是否存在满足质量要求的备选波束资源以及具体的备选波束资源信息。方法二：终端设备可以发送另一个第一 MAC CE，用于通知网络设备两个波束失败检测资源组都发生波束失败，以及上报两个波束失败检测资源组对应的备选波束资源的信息，如是否存在满足质量要求的备选波束资源以及具体的备选波束资源的信息。也可以规定在前一个波束失败恢复流程完成之前，终端设备不发送其他第一 MAC CE。换句话说，需要在终端设备收到前一个第一 MAC CE 的响应消息，或收到该响应消息并间隔一定的时间后，如 28 个符号对应的时间后，才能再发送另一个第一个 MAC CE 来通知网络设备另一个波束失败检测资源组也发生波束失败。

- 30 可选的，上述方法一和方法二中，终端设备具体采用哪一种还可以根据条件来判定。具体的，第一条件满足时，采用方法一。第二条件满足时采用第二条件。

第一条件可以是一下一项或多项的组合：

终端设备发送前一个第一 MAC CE 发送后，已收到相应的响应消息；

当前时间距离收到前一个第一 MAC CE 的响应消息起，还未满一定的时间，如 28 个符号对应的时间。

- 35 第二条件可以是以下一项或多项的组合：

终端设备发送前一个第一 MAC CE 后，还未收到相应的响应消息。

可选的，在终端设备执行上述步骤 530 之后该终端设备还可以执行下述步骤 540（图 5 中未示出）：

当 M 等于 1，且 M 个波束失败检测资源组中检测到发生波束失败时，终端设备通过

第二 MAC CE 发送小区对应的波束失败恢复信息。可以理解的是，上述步骤 540 所述的方法，可以应用于图 1 所示的通信系统中。也就是说，步骤 540 的执行主体可以包括图 1 中的网络设备 110，以及图 1 中的终端设备 120a 和/或终端设备 120b。可以进一步规定上述方法仅适用于 Scell。具体的，一个只配置了单个波束失败检测资源组的小区中检测到发生波束失败，如果该小区是 Scell，采用第二 MAC CE 发生波束失败恢复信息；如果该小区是 Pcell，采用随机接入过程发生波束失败恢复信息；如果该小区是 PScell，采用第二 MAC CE 发生波束失败恢复信息，或采用随机接入过程发生波束失败恢复信息。

下面具体介绍本申请实施例提供的第一种类型的第二 MAC CE 的格式。

第一种类型的第二 MAC CE 的格式：

上述第二 MAC CE 包括一个比特位图，对于该一个比特位图中的任一比特，如果该任一比特对应的小区的配置信息包括 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组，M 等于 1，任一比特的取值为第一值时表示该比特对应的小区未发生波束失败，任一比特的取值为第二值时表示该比特对应的小区发生波束失败，其中，第一值与第二值不相同。例如，第一值等于 0，第二值等于 1。例如，第一值等于 1，第二值等于 0。

可选的，当上述任一比特对应的小区发生波束失败时，上述第二 MAC CE 中存在该任一比特对应的 1 个字节，该 1 个字节包括一个 AC 字段和一个备选 RS ID 字段，AC 字段用于指示该 1 个字节对应的备选波束资源组是否存在满足质量要求的备选波束资源，备选 RS ID 字段用于指示该 1 个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束资源的信息。

可选的，对于该一个比特位图中的任一比特，如果该比特对应的小区的配置信息包括 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组，M 为大于 1 的整数，该比特为空值，终端设备忽略该比特的取值，将其当成一个没有信息的预留字段。也可以理解为，该比特的值默认为第一值，网络设备不能将该比特的值置为其他值，或者不论网络设备将该比特的值置为什么值，终端设备都将其当成第一值。第一值表示对应小区未发生波束失败。

在上述技术方案中，终端设备可以通过第一种类型的第二 MAC CE 上报发生波束失败的单 TRP 小区对应的波束失败恢复信息。换句话说，在上述技术方案中，第一种类型的第二 MAC CE 不用于上报发生波束失败的多 TRP 小区对应的波束失败恢复信息。

可以理解的是，本申请实施例提供的上述第一 MAC CE 对应的第一逻辑信道标识 LCID 与上述第二 MAC CE 对应的第二 LCID 不相同。

可选的，在一些实现方式中，上述第二 LCID 可以为 50 或 51，上述第一 LCID 可以为以下逻辑信道标识中的任意一种标识：35,36,37,38,39,40,41,42,43,44 或 47。

应理解，本申请实施例提供的第一种类型的第二 MAC CE 的格式，仅适用于上报单 TRP 小区发生波束失败对应的波束恢复信息。

可以理解的是，上述第二种类型的第二 MAC CE 的格式与上述图 4 所示的格式相同，但上述第二种类型的第二 MAC CE 的格式中的 R 字段的定义，与上述图 4 所述的 MAC CE 的格式中的 R 字段的定义不相同，上述第二种类型的第二 MAC CE 的格式可以参考上述图 4 所示的 MAC CE 的格式。

上文，介绍了一种波束失败恢复上报方法，即终端设备通过第一 MAC CE 上报发生波束失败的多 TRP 小区的波束失败恢复信息，以及终端设备通过第一种类型的第二 MAC

CE 上报发生波束失败的单 TRP 小区的波束失败恢复信息。

下面, 介绍另一种波束失败恢复上报方法, 即终端设备通过第二种类型的第二 MAC CE 上报发生波束失败的单 TRP 小区以及多 TRP 小区的波束失败恢复信息。也就是说, 不论单 TRP 小区发生波束失败还是多 TRP 小区发生波束失败, 都通过第二种类型的第二

#### 5 MAC CE 上报波束失败恢复信息。

下面介绍第二种类型的第二 MAC CE, 终端设备可以通过该第二种类型的第二 MAC CE 上报发生波束失败的单 TRP 小区和多 TRP 小区的波束失败恢复信息。

第二种类型的第二 MAC CE 的格式:

10 上述第二种类型的第二 MAC CE 包括一个比特位图, 该比特位图中的一个比特对应一个小区, 该小区可以是单 TRP 小区或多 TRP 小区, 该比特用于表示该小区是否发生波束失败。该比特的取值等于 0 或 1。例如, 可以定义该比特的取值等于 1 表示该小区发生波束失败, 该比特的取值等于 0 表示该小区未发生波束失败。或者, 可以定义该比特的取值等于 0 表示该小区发生波束失败, 该比特的取值等于 1 表示该小区未发生波束失败。

15 如果上述比特位图中的一个比特对应的小区发生波束失败, 那么第二 MAC CE 中存在一个字节, 且该一个字节与该比特对应, 包括该小区的波束失败恢复信息。该一个字节中还可以包括一个字段#1, 该一个字段#1 用于上报该一个字段#1 所在字节对应的备选波束资源组是否存在满足质量要求的备选波束资源。该一个字节中还可以包括一个字段#2 (即, 上述第九字段的一例), 该一个字段#2 用于上报该一个字段#2 所在字节对应的小区对应的波束失败恢复信息, 或者, R 字段用于表示发生波束失败的 TRP 数量, 或者, R 20 字段用于指示波束失败的类型, 或者, 该一个字段#2 为预留字段, 即该字段#2 无具体含义。可选的, 该一个字节中还可以包括一个字段#3, 该一个字段#3 用于上报该一个字段#3 所在字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束资源的信息。为便于描述, 下文中统一用 AC 字段表示该一个字段#1, 用 R 字段表示该一个字段#2, 用备选 RS ID 字段表示该一个字段#3 进行描述, 可以理解的是上述一个字段#1, 上述一个字段#2 25 和上述一个字段#3 还可以用其它名称进行定义, 对此不作具体限定。

其中, 上述第二 MAC CE 中的 R 字段可以为该 R 字段所在字节的第二个比特。对于该一个比特位图中的任一比特, 如果该比特对应的小区的配置信息包括 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组, M 为大于 1 的整数, 上述第二 MAC CE 中的 R 字段的定义可以为以下任意一种:

#### 30 定义一:

R 字段用于表示发生波束失败的 TRP 的信息 (例如, 发生波束失败的 TRP 的索引), 或者, R 字段用于表示检测到波束失败的波束失败检测资源组的信息, 或者, R 字段用于表示上报的备选波束资源对应的备选波束资源组的信息。

#### 定义二:

35 R 字段用于表示发生波束失败的 TRP 数量, 或者, R 字段用于指示波束失败的类型, 其中, 波束失败的类型包括: 多 TRP 小区中的单个 TRP 发生波束失败, 多 TRP 小区中的部分或所有 TRP 发生波束失败, 例如, 可以定义 R=0 表示多 TRP 小区中的单个 TRP 发生波束失败, R=1 表示多个 TRP 中的部分或全部 TRP 都发生波束失败。例如, 可以定义 R=1 表示多 TRP 小区中的单个 TRP 发生波束失败, R=0 表示多个 TRP 中的部分或全部 TRP

都发生波束失败。

可以理解的是，R 字段采用上述定义二的方式进行定义时，终端设备可以通过上报的备选波束资源的索引确定该备选波束资源具体是属于哪个 TRP 的，此时，要求网络设备配置给一个小区中的备选波束资源组的备选波束资源采用跨资源组的编号方式（具体可以参见上述步骤 510）。

示例性的，上述第二种类型的第二 MAC CE 的格式可以是图 16 的 (a) 中所示的 MAC CE。在图 16 的 (a) 中，第二种类型的第二 MAC CE 包括一个比特位图和该一个比特位图中的任一比特对应的 1 个字节。其中，该一个比特位图包括 8 个比特，分别记为： $C_0$ ， $C_1$ ， $C_2$ ， $C_3$ ， $C_4$ ， $C_5$ ， $C_6$  和  $C_7$ ，且这 8 个比特与网络设备配置给一个终端设备的 8 个多 TRP 小区一一对应，其中，网络设备给 8 个多 TRP 小区中的任意一个多 TRP 小区配置有 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组，M 为大于 1 的整数，该任一比特对应的小区是发生波束失败的多 TRP 小区。可以理解的是，如果该任一比特所在字节对应的备选波束资源组存在满足质量要求的备选波束资源，该任意比特所在字节包括备选 RS ID 字段。如果该任一比特所在字节对应的备选波束资源组不存在满足质量要求的备选波束资源，该任一比特所在字节不包括备选 RS ID 字段。

举例来说，如果上述 8 个比特中的第 1 个比特  $C_0$  对应的多 TRP 小区发生了波束失败，以及上述 8 个比特中的第 2 个比特  $C_1$  对应的多 TRP 小区发生了波束失败。且第 1 个比特  $C_0$  所在字节对应的备选波束资源组存在满足质量要求的备选波束资源，第 2 个比特  $C_1$  所在字节对应的备选波束资源组不存在满足质量要求的备选波束资源。在此情况下，该第二种类型的第二 MAC CE 的格式可以是如图 16 的 (b) 中所示的格式。其中，对于该一个比特位图中的任一比特，如果该比特对应的小区的配置信息包括 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组，M 等于 1，上述第二 MAC CE 中的 R 字段可以理解为预留字段，在此情况下，R 字段为空，即 R 字段无具体含义。

可以理解的是，图 16 中以 AC 字段，R 字段采用一个比特，备选 RS ID 字段采用 6 个比特为例进行介绍，在另一些实现方式中，上述各个字段采用的比特数目还可以为其它数值，对此不作具体限定。可选的，图 16 中 MAC CE 包括的不同字节中对应同一字段（例如，AC 字段）所采用的比特数目也可以不相同。也就是说，上述图 16 仅为示意，并不对本申请实施例提供的第二种类型的第二 MAC CE 的格式构成任何限定。应理解，本申请实施例提供的第二种类型的第二 MAC CE 的格式，适用于上报多 TRP 小区以及单 TRP 小区发生波束失败对应的波束恢复信息。可以理解的是，如果第二种类型的第二 MAC CE 包括的一个比特位图中的任一比特对应的小区是单 TRP 小区，那么该任一比特对应的 R 字段是没有具体含义。如果第二种类型的第二 MAC CE 包括的一个比特位图中的任一比特对应的小区是多 TRP 小区，那么该任一比特对应的 R 字段用于指示该 R 字段所在字节对应的小区对应的波束失败恢复信息，或表示发生波束失败的 TRP 数量，或表示波束失败的类型。

上文，介绍了两种波束失败恢复上报的两种方法：

方法一：终端设备通过上述任意一种类型的第一 MAC CE 上报发生波束失败的多 TRP 小区的波束失败恢复信息，通过上述第一种类型的第二 MAC CE 上报发生波束失败的单 TRP 小区的波束失败恢复信息。

方法二：终端设备通过第二种类型的第二 MAC CE 上报发生波束失败的单 TRP 小区以及多 TRP 小区的波束失败恢复信息。

下面介绍第三种波束失败恢复上报方法。具体的，当多 TRP 小区中单个 TRP 发生波束失败时，采用上述任意一种类型的第一 MAC CE 上报波束失败恢复信息。当多 TRP 小区中的所有 TRP 都发生波束失败时，或者单 TRP 小区发生波束失败时，采用上述第二种类型的第二 MAC CE 上报波束失败恢复信息。

可以理解的是，上述任意一种类型的第一 MAC CE 的格式和上述任意一种类型的第二 MAC CE 的具体格式仅为示意并不构成任何限定。例如，上述任意一种类型的第一 MAC CE 或上述任意一种类型的第二 MAC CE 中还可以包括其他字段。还应理解的是，根据上述提供的 MAC CE 包括的比特位图中的任一比特与字节的对应关系，以及上述提供的多个字段（第一字段，第二字段，第三字段，第四字段，第五字段，第六字段，第七字段，第八字段）进行组合得到的 MAC CE 都属于本申请实施例要求保护的 MAC CE 的格式。

在本申请实施例中，终端设备可以通过上述任意一种类型的第一 MAC CE 和上述第二种类型的第二 MAC CE 上报发生波束失败的多 TRP 小区对应的波束失败恢复信息，能够实现及时地对多 TRP 小区发生失败的波束进行恢复。此外，终端设备通过上述任意一种类型的第二 MAC CE 上报发生波束失败的单 TRP 小区对应的波束失败恢复信息，能够实现及时地对单 TRP 小区发生失败的波束进行恢复。

上文，结合图 1 至图 3 详细介绍了适用于本申请实施例的通信系统，以及结合图 5 至图 16 详细说明了本申请实施例提供的波束失败恢复方法。下面，结合图 17 至图 19 详细说明本申请实施例提供的通信装置。应理解，装置实施例的描述与方法实施例的描述相互对应，因此，未详细描述的内容可以参见上文方法实施例，为了简洁，这里不再赘述。

上述主要从各个网元之间交互的角度对本申请实施例提供的方案进行了介绍。可以理解的是，各个网元，例如发射端设备或者接收端设备，为了实现上述功能，其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该可以意识到，结合本文中公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，本申请能够以硬件或硬件和计算机软件相结合形式来实现。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。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

本申请实施例可以根据上述方法示例对发射端设备或者接收端设备进行功能模块的划分，例如，可以对应各个功能划分各个功能模块，也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是，本申请实施例中对模块的划分是示意性的，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。下面以采用对应各个功能划分各个功能模块为例进行说明。

图 17 是本申请实施例提供的通信装置 1000 的示意性框图。如图所示，该通信装置 1000 可以包括通信单元 1010 和处理单元 1020。通信单元 1010 可以与外部进行通信，处理单元 1020 用于进行数据处理。通信单元 1010 还可以称为通信接口或收发单元，收发单元可以包括发送单元和接收单元，分别执行方法实施例中发送和接收的步骤。通信接口用于输入和/或输出信息，信息包括指令和数据中的至少一项。可选地，该通信装置可以为

芯片或芯片系统。当该通信装置为芯片或芯片系统时，通信接口可以是输入/输出接口可以是该芯片或芯片系统上的输入/输出接口、接口电路、输出电路、输入电路、管脚或相关电路等。所述处理器也可以体现为处理电路或逻辑电路。输入和输出分别对应方法实施例中的接收与发送。

5        在一种可能的设计中，该通信装置 1000 可实现对应于上文方法实施例中的终端设备执行的步骤或者流程，例如，可以为终端设备，或者配置于终端设备中的芯片或芯片系统或电路。这时，该通信装置 1000 可以称为终端设备。通信单元 1010 用于执行上文方法实施例中终端设备侧的收发相关操作，处理单元 1020 用于执行上文方法实施例中终端设备的处理相关操作。

10        一种可能的实现方式，通信单元 1010 用于：接收小区的配置信息，所述小区的配置信息包括  $M$  个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源组，所述  $M$  个波束失败检测资源组和所述  $M$  个备选波束资源组一一对应， $M$  为整数。

处理单元 1020 用于：确定  $M$  为大于 1 的整数，且该  $M$  个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组发生波束失败。

15        可选的，通信单元 1010 还用于：通过第一媒体接入控制元素 MAC CE 发送该小区对应的波束失败恢复信息。

可选的，该第一 MAC CE 包括一个比特位图，

对于该比特位图中的任一比特，如果该任一比特对应的小区的配置信息包括  $N$  个波束失败检测资源组和  $N$  个备选波束资源组， $N$  为 0 或 1，该任一比特的取值默认为第一值，

20        该第一值用于指示该任一比特对应的小区未发生波束失败。

可选的，该比特位图中的任一比特对应  $M$  个字节，

该  $M$  个字节与该  $M$  个波束失败检测资源组一一对应；或者，

该  $M$  个字节与该  $M$  个备选波束资源组一一对应；或者，

该  $M$  个字节与  $M$  个传输接收节点 TRP 一一对应。

25        可选的，该  $M$  个字节中的每个字节中包括一个第一字段，该第一字段用于指示该每个字节对应的波束失败检测资源组中是否检测到波束失败。

可选的，如果该第一字段指示该每个字节对应的波束失败检测资源组中未检测到波束失败，该每个字节中的剩余字段为空。

可选的，该  $M$  个字节中的每个字节中还包括一个第二字段，

30        该第二字段用于指示该每个字节对应的备选波束资源组是否存在满足质量要求的备选波束资源。

可选的，该  $M$  个字节中的每个字节中还包括一个第三字段，

该第三字段用于指示该每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束资源的信息。

35        可选的，该比特位图中的任一比特对应一个或多个字节。

可选的，该一个或多个字节中的第一个字节中存在一个第四字段，该第四字段用于指示该第一个字节的下一字节是否携带该小区的波束失败恢复信息，或者该第四字段用于指示该任一比特对应的字节数量。

可选的，该一个或多个字节中的第一个字节中还包括第五字段，

该第五字段用于指示发生波束失败的 TRP 的信息。

可选的, 该一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第六字段, 该第六字段用于指示该每个字节对应的波束失败检测资源组, 或该每个字节对应的备选波束资源组。

可选的, 该一个或多个字节中的每个字节还包括一个第七字段,

- 5 该第七字段用于指示该每个字节对应的备选波束资源组中是否存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源。

可选的, 该一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第八字段,

该第八字段用于指示该每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。

- 10 可选的, 该一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第八字段, 该第八字段的取值包括多个字段值,

该多个字段值中的一个字段值用于表示该每个字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束资源, 该多个字段值中除去该一个字段值之外的每个字段值用于表示一个满足质量要求的备选波束资源的信息。

- 15 可选的, 该第一 MAC CE 还包括一个第十字段,

该第十字段用于指示波束失败的类型, 当  $M$  等于 2 时, 该波束失败的类型包括: 该  $M$  个波束失败检测资源组中的第一个波束失败检测资源组中发生波束失败, 该  $M$  个波束失败检测资源组中的第二个波束失败检测资源组中发生波束失败, 该  $M$  个波束失败检测资源组中的两个波束失败检测资源组都发生波束失败。

- 20 可选的, 该第十字段包括 2 比特,

该 2 比特中的每个比特对应该  $M$  个波束失败检测资源组中的一个波束失败检测资源组, 该每个比特用于表示对应的一个波束失败检测资源组中是否发生波束失败。

可选的, 当该第十字段指示该  $M$  个波束失败检测资源组中的该两个波束失败检测资源组都发生波束失败时, 该任一比特对应两个字节;

- 25 当该第十字段指示该  $M$  个波束失败检测资源组中的一个波束失败检测资源组发生波束失败时, 该任一比特对应一个字节。

可选的, 该处理单元 1020 还用于: 确定  $M$  等于 1, 且在该  $M$  个波束失败检测资源组发生波束失败。

- 30 可选的, 该通信单元 1010 还用于: 通过第二 MAC CE 发送该小区对应的波束失败恢复信息。

可选的, 该第二 MAC CE 包括一个比特位图,

对于该比特位图中的任一比特, 如果该任一比特对应的小区的配置信息包括  $N$  个波束失败检测资源组和  $N$  个备选波束资源组,  $N$  为大于 1 的整数, 该任一比特的取值默认为第二值, 该第二值用于指示该任一比特对应的小区未发生波束失败。

- 35 可选的, 该第一 MAC CE 对应的第一逻辑信道标识 LCID 与该第二 MAC CE 对应的第二 LCID 不相同。

可选的, 该第二 LCID 为 50 或 51,

该第一 LCID 为以下逻辑信道标识中的任意一种标识: 35,36,37,38,39,40,41,42,43,44 或 47。

- 图 18 是本申请实施例提供的通信装置 1100 的示意性框图。如图所示, 该通信装置 1100 可以包括通信单元 1110 和处理单元 1120。通信单元 1110 可以与外部进行通信, 处理单元 1120 用于进行数据处理。通信单元 1110 还可以称为通信接口或收发单元, 收发单元可以包括发送单元和接收单元, 分别执行方法实施例中发送和接收的步骤。通信接口用于输入和/或输出信息, 信息包括指令和数据中的至少一项。可选地, 该通信装置可以为芯片或芯片系统。当该通信装置为芯片或芯片系统时, 通信接口可以是输入/输出接口可以是该芯片或芯片系统上的输入/输出接口、接口电路、输出电路、输入电路、管脚或相关电路等。所述处理器也可以体现为处理电路或逻辑电路。输入和输出分别对应方法实施例中的接收与发送。
- 10 在一种可能的设计中, 该通信装置 1100 可实现对应于上文方法实施例中的网络设备执行的步骤或者流程, 例如, 可以为网络设备, 或者配置于网络设备中的芯片或芯片系统或电路。这时, 该通信装置 1100 可以称为网络设备。通信单元 1110 用于执行上文方法实施例中网络设备侧的收发相关操作, 处理单元 1120 用于执行上文方法实施例中网络设备的处理相关操作。
- 15 一种可能的实现方式, 该通信单元 1110 用于:
- 发送小区的配置信息, 该小区的配置信息包括  $M$  个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源组, 该  $M$  个波束失败检测资源组和该  $M$  个备选波束资源组一一对应,  $M$  为整数;
- 该通信单元 1110 还用于:
- 接收第一媒体接入控制元素 MAC CE, 该第一 MAC CE 携带该小区对应的波束失败恢复信息, 该第一 MAC CE 是终端设备在该  $M$  个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组发生波束失败的情况下发送的, 且  $M$  为大于 1 的整数;
- 20 该处理单元 1120 用于:
- 根据该第一 MAC CE 确定是否将第一波束切换为第二波束, 该第一波束是用于传输该至少一个波束失败检测资源组的波束, 该第二波束是用于传输该  $M$  个备选波束资源组中的至少一个备选波束资源组的波束, 该至少一个备选波束资源组与该至少一个波束失败检测资源组一一对应。
- 25 可选的, 该处理单元 1120 还用于:
- 根据该第一 MAC CE 确定该至少一个波束失败检测资源组对应的备选波束资源组存在满足质量要求的第一备选波束资源, 以及该满足质量要求的第一备选波束资源的信息;
- 30 将该第一波束切换为该第二波束。
- 可选的, 该通信单元 1110 还用于:
- 接收第二 MAC CE, 该第二 MAC CE 携带该小区对应的波束失败恢复信息, 该第二 MAC CE 是终端设备在该  $M$  个波束失败检测资源组发生波束失败的情况下发送的, 且  $M$  为等于 1 的整数。
- 35 该处理单元 1120 还用于:
- 根据该第二 MAC CE 确定是否将第三波束切换为第四波束, 该第三波束是用于传输该  $M$  个波束失败检测资源组的波束, 该第四波束是用于传输该  $M$  个备选波束资源组的波束, 该  $M$  个波束失败检测资源组与该  $M$  个备选波束资源组对应。
- 可选的, 该处理单元 1120 还用于:

根据该第二 MAC CE 确定该 M 个波束失败检测资源组对应的备选波束资源组存在满足质量要求的第二备选波束资源, 以及该满足质量要求的第二备选波束资源的信息;

将该第三波束切换为该第四波束。

5 可选的, 该第一 MAC CE 对应的第一逻辑信道标识 LCID 与该第二 MAC CE 对应的第二 LCID 不相同。

可选的, 该第二 LCID 为 50 或 51,

该第一 LCID 为以下逻辑信道标识中的任意一种标识: 35,36,37,38,39,40,41,42,43,44 或 47。

10 应理解的是, 上述第一 MAC CE, 以及上述第二 MAC CE 与上述方法 500 中的相同, 因此, 上述未详细介绍的内容具体可以参见上述方法 500 中的描述。

图 19 是本申请实施例提供的通信装置 1200 的又一示意性框图。

15 如图 19 所示, 通信装置 1200 包括处理器 1210、存储器 1220 和收发器 1230, 存储器 1220 中存储有程序, 处理器 1210 用于执行存储器 1220 中存储的程序, 对存储器 1220 中存储的程序的执行, 使得处理器 1210 用于执行上文方法实施例中的相关处理步骤, 对存储器 1220 中存储的程序的执行, 使得处理器 1210 控制收发器 1230 执行上文方法实施例中的收发相关步骤。

20 作为一种实现, 该通信装置 1200 用于执行上文方法实施例中终端设备所执行的动作, 这时, 对存储器 1220 中存储的程序的执行, 使得处理器 1210 用于执行上文方法实施例中终端设备侧的处理步骤, 对存储器 1220 中存储的程序的执行, 使得处理器 1210 控制收发器 1230 执行上文方法实施例中终端设备侧的接收和发送步骤。

作为另一种实现, 该通信装置 1200 用于执行上文方法实施例中网络设备所执行的动作, 这时, 对存储器 1220 中存储的程序的执行, 使得处理器 1210 用于执行上文方法实施例中网络设备侧的处理步骤, 对存储器 1220 中存储的程序的执行, 使得处理器 1210 控制收发器 1230 执行上文方法实施例中网络设备侧的接收和发送步骤。

25 本领域普通技术人员可以意识到, 结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤, 能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行, 取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能, 但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

30 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。

35 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。

5 所述功能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  
10 在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有  
技术做出贡献的部分或者该技术方案的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，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、只读存储器（read-only memory, ROM）、随机  
存取存储器（random access memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的  
介质。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟  
悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖  
在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

15

## 权 利 要 求 书

1. 一种波束失败恢复方法，其特征在于，所述方法包括：

5 终端设备接收小区的配置信息，所述小区的配置信息包括 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组，所述 M 个波束失败检测资源组和所述 M 个备选波束资源组一一对应，M 为整数；

当 M 为大于 1 的整数，且所述 M 个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组发生波束失败时，所述终端设备通过第一媒体接入控制元素 MAC CE 发送所述小区对应的波束失败恢复信息。

10 2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一 MAC CE 包括一个比特位图，所述比特位图中的一个比特对应一个小区，所述一个比特用于指示一个小区是否发生波束失败。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述一个比特对应一个或多个字节。

15 4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述第一 MAC CE 包括一个第一字段，所述第一字段用于指示所述一个比特对应一个或多个字节。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述一个或多个字节中的第一个字节中包括第二字段，

所述第二字段用于指示发生波束失败的波束失败检测资源组的信息。

20 6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述第一字段指示所述一个比特对应一个字节时，所述第二字段用于指示发生波束失败的波束失败检测资源组的信息。

7. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述第一字段指示所述一个比特对应多个字节时，所述第二字段缺省。

25 8. 根据权利要求 3-7 任一项所述的方法，其特征在于，所述一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第三字段，所述第三字段用于指示所述每个字节对应的波束失败检测资源组，或所述每个字节对应的备选波束资源组。

9. 根据权利要求 3-8 任一项所述的方法，其特征在于，所述一个或多个字节中的每个字节还包括一个第四字段，

所述第四字段用于指示所述每个字节对应的备选波束资源组中是否存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源。

30 10. 根据权利要求 3-9 任一项所述的方法，其特征在于，所述一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第五字段，

所述第五字段用于指示所述每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。

35 11. 根据权利要求 1-10 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一 MAC CE 对应的逻辑信道标识为以下逻辑信道标识中的任意一种：35,36,37,38,39,40,41,42,43,44 或 47。

12. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一 MAC CE 包括一个比特位图，

对于所述比特位图中的任一比特，如果所述任一比特对应的小区的配置信息包括 N 个

波束失败检测资源组和 N 个备选波束资源组, N 为 0 或 1, 所述任一比特的取值默认为第一值, 所述第一值用于指示所述任一比特对应的小区未发生波束失败。

13. 根据权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 所述比特位图中的任一比特对应 M 个字节,

- 5        所述 M 个字节与所述 M 个波束失败检测资源组一一对应; 或者,  
      所述 M 个字节与所述 M 个备选波束资源组一一对应; 或者,  
      所述 M 个字节与 M 个传输接收节点 TRP 一一对应。

14. 根据权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述 M 个字节中的每个字节中包括一个第一字段, 所述第一字段用于指示所述每个字节对应的波束失败检测资源组中是否检测  
10        到波束失败。

15. 根据权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 如果所述第一字段指示所述每个字节对应的波束失败检测资源组中未检测到波束失败, 所述每个字节中的剩余字段为空。

16. 根据权利要求 13-15 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述 M 个字节中的每个字节中还包括一个第二字段,

15        所述第二字段用于指示所述每个字节对应的备选波束资源组是否存在满足质量要求的备选波束资源。

17. 根据权利要求 13-16 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述 M 个字节中的每个字节中还包括一个第三字段,

20        所述第三字段用于指示所述每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束资源的信息。

18. 根据权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 所述比特位图中的任一比特对应一个或多个字节。

19. 根据权利要求 18 所述的方法, 其特征在于, 所述一个或多个字节中的第一个字节中存在一个第四字段,

25        所述第四字段用于指示所述第一个字节的下一字节是否携带所述小区的波束失败恢复信息, 或者所述第四字段用于指示所述任一比特对应的字节数量。

20. 根据权利要求 18 或 19 所述的方法, 其特征在于, 所述一个或多个字节中的第一个字节中还包括第五字段,

      所述第五字段用于指示发生波束失败的 TRP 的信息。

30        21. 根据权利要求 20 所述的方法, 其特征在于,

      所述一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第六字段, 所述第六字段用于指示所述每个字节对应的波束失败检测资源组, 或所述每个字节对应的备选波束资源组。

22. 根据权利要求 18-21 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述一个或多个字节中的每个字节还包括一个第七字段,

35        所述第七字段用于指示所述每个字节对应的备选波束资源组中是否存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源。

23. 根据权利要求 18-22 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第八字段,

      所述第八字段用于指示所述每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求

的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。

24. 根据权利要求 18-22 任一项所述的方法，其特征在于，所述一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第八字段，所述第八字段的取值包括多个字段值，

5 所述多个字段值中的一个字段值用于表示所述每个字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束资源，所述多个字段值中除去所述一个字段值之外的每个字段值用于表示一个满足质量要求的备选波束资源的信息。

25. 根据权利要求 12 或 18 所述的方法，其特征在于，所述第一 MAC CE 还包括一个第十字段，

10 所述第十字段用于指示波束失败的类型，当  $M$  等于 2 时，所述波束失败的类型包括：所述  $M$  个波束失败检测资源组中的第一个波束失败检测资源组中发生波束失败，所述  $M$  个波束失败检测资源组中的第二个波束失败检测资源组中发生波束失败，所述  $M$  个波束失败检测资源组中的两个波束失败检测资源组都发生波束失败。

26. 根据权利要求 25 所述的方法，其特征在于，所述第十字段包括 2 比特，

15 所述 2 比特中的每个比特对应所述  $M$  个波束失败检测资源组中的一个波束失败检测资源组，所述每个比特用于表示对应的一个波束失败检测资源组中是否发生波束失败。

27. 根据权利要求 25 或 26 所述的方法，其特征在于，

当所述第十字段指示所述  $M$  个波束失败检测资源组中的所述两个波束失败检测资源组都发生波束失败时，所述任一比特对应两个字节；

20 当所述第十字段指示所述  $M$  个波束失败检测资源组中的一个波束失败检测资源组发生波束失败时，所述任一比特对应一个字节。

28. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

当  $M$  等于 1，且所述  $M$  个波束失败检测资源组发生波束失败时，所述终端设备通过第二 MAC CE 发送所述小区对应的波束失败恢复信息。

25 29. 根据权利要求 28 所述的方法，其特征在于，所述第二 MAC CE 包括一个比特位图，

对于所述比特位图中的任一比特，如果所述任一比特对应的小区的配置信息包括  $N$  个波束失败检测资源组和  $N$  个备选波束资源组， $N$  为大于 1 的整数，所述任一比特的取值默认为第二值，所述第二值用于指示所述任一比特对应的小区未发生波束失败。

30. 根据权利要求 29 所述的方法，其特征在于，

30 所述第一 MAC CE 对应的第一逻辑信道标识 LCID 与所述第二 MAC CE 对应的第二 LCID 不相同。

31. 根据权利要求 30 所述的方法，其特征在于，

所述第二 LCID 为 50 或 51，

35 所述第一 LCID 为以下逻辑信道标识中的任意一种标识：  
35,36,37,38,39,40,41,42,43,44 或 47。

32. 一种终端设备，其特征在于，包括：

接收单元，用于接收小区的配置信息，所述小区的配置信息包括  $M$  个波束失败检测资源组和  $M$  个备选波束资源组，所述  $M$  个波束失败检测资源组和所述  $M$  个备选波束资源组一一对应， $M$  为整数；

发送单元,用于当M为大于1的整数,且所述M个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组发生波束失败时,通过第一媒体接入控制元素MAC CE发送所述小区对应的波束失败恢复信息。

5 33. 根据权利要求32所述的终端设备,其特征在于,所述第一MAC CE包括一个比特位图,所述比特位图中的一个比特对应一个小区,所述一个比特用于指示一个小区是否发生波束失败。

34. 根据权利要求33所述的终端设备,其特征在于,所述一个比特对应一个或多个字节。

10 35. 根据权利要求33所述的终端设备,其特征在于,所述第一MAC CE包括一个第一字段,所述第一字段用于指示所述一个比特对应一个或多个字节。

36. 根据权利要求35所述的终端设备,其特征在于,所述一个或多个字节中的第一个字节中包括第二字段,

所述第二字段用于指示发生波束失败的波束失败检测资源组的信息。

15 37. 根据权利要求36所述的终端设备,其特征在于,所述第一字段指示所述一个比特对应一个字节时,所述第二字段用于指示发生波束失败的波束失败检测资源组的信息。

38. 根据权利要求36所述的终端设备,其特征在于,所述第一字段指示所述一个比特对应多个字节时,所述第二字段缺省。

20 39. 根据权利要求34-38任一项所述的终端设备,其特征在于,所述一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第三字段,所述第三字段用于指示所述每个字节对应的波束失败检测资源组,或所述每个字节对应的备选波束资源组。

40. 根据权利要求34-39任一项所述的终端设备,其特征在于,所述一个或多个字节中的每个字节还包括一个第四字段,

所述第四字段用于指示所述每个字节对应的备选波束资源组中是否存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源。

25 41. 根据权利要求34-40任一项所述的终端设备,其特征在于,所述一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第五字段,

所述第五字段用于指示所述每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。

30 42. 根据权利要求32-41任一项所述的终端设备,其特征在于,所述第一MAC CE对应的逻辑信道标识为以下逻辑信道标识中的任意一种:35,36,37,38,39,40,41,42,43,44或47。

43. 根据权利要求32所述的终端设备,其特征在于,所述第一MAC CE包括一个比特位图,

35 对于所述比特位图中的任一比特,如果所述任一比特对应的小区的配置信息包括N个波束失败检测资源组和N个备选波束资源组,N为0或1,所述任一比特的取值默认为第一值,所述第一值用于指示所述任一比特对应的小区未发生波束失败。

44. 根据权利要求43所述的终端设备,其特征在于,所述比特位图中的任一比特对应M个字节,

所述M个字节与所述M个波束失败检测资源组一一对应;或者,

所述M个字节与所述M个备选波束资源组一一对应;或者,

所述 M 个字节与 M 个传输接收节点 TRP 一一对应。

45. 根据权利要求 44 所述的终端设备，其特征在于，所述 M 个字节中的每个字节中包括一个第一字段，所述第一字段用于指示所述每个字节对应的波束失败检测资源组中是否检测到波束失败。

5 46. 根据权利要求 45 所述的终端设备，其特征在于，如果所述第一字段指示所述每个字节对应的波束失败检测资源组中未检测到波束失败，所述每个字节中的剩余字段为空。

47. 根据权利要求 44-46 任一项所述的终端设备，其特征在于，所述 M 个字节中的每个字节中还包括一个第二字段，

10 所述第二字段用于指示所述每个字节对应的备选波束资源组是否存在满足质量要求的备选波束资源。

48. 根据权利要求 44-47 任一项所述的终端设备，其特征在于，所述 M 个字节中的每个字节中还包括一个第三字段，

15 所述第三字段用于指示所述每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束资源的信息。

49. 根据权利要求 43 所述的终端设备，其特征在于，所述比特位图中的任一比特对应一个或多个字节。

50. 根据权利要求 49 所述的终端设备，其特征在于，所述一个或多个字节中的第一个字节中存在一个第四字段，

20 所述第四字段用于指示所述第一个字节的下一字节是否携带所述小区的波束失败恢复信息，或者所述第四字段用于指示所述任一比特对应的字节数量。

51. 根据权利要求 49 或 50 所述的终端设备，其特征在于，所述一个或多个字节中的第一个字节中还包括第五字段，

所述第五字段用于指示发生波束失败的 TRP 的信息。

25 52. 根据权利要求 51 所述的终端设备，其特征在于，

所述一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第六字段，所述第六字段用于指示所述每个字节对应的波束失败检测资源组，或所述每个字节对应的备选波束资源组。

53. 根据权利要求 49-52 任一项所述的终端设备，其特征在于，所述一个或多个字节中的每个字节还包括一个第七字段，

30 所述第七字段用于指示所述每个字节对应的备选波束资源组中是否存在满足质量要求的备选波束或满足质量要求的备选波束资源。

54. 根据权利要求 49-53 任一项所述的终端设备，其特征在于，所述一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第八字段，

35 所述第八字段用于指示所述每个字节对应的备选波束资源组中确定的满足质量要求的备选波束的信息或满足质量要求的备选波束资源的信息。

55. 根据权利要求 49-53 任一项所述的终端设备，其特征在于，所述一个或多个字节中的每个字节中还包括一个第八字段，所述第八字段的取值包括多个字段值，

所述多个字段值中的一个字段值用于表示所述每个字节对应的备选波束资源组中不存在满足质量要求的备选波束资源，所述多个字段值中除去所述一个字段值之外的每个字

段值用于表示一个满足质量要求的备选波束资源的信息。

56. 根据权利要求 43 或 49 所述的终端设备，其特征在于，所述第一 MAC CE 还包括一个第十字段，

所述第十字段用于指示波束失败的类型，当 M 等于 2 时，所述波束失败的类型包括：  
5 所述 M 个波束失败检测资源组中的第一个波束失败检测资源组中发生波束失败，所述 M 个波束失败检测资源组中的第二个波束失败检测资源组中发生波束失败，所述 M 个波束失败检测资源组中的两个波束失败检测资源组都发生波束失败。

57. 根据权利要求 56 所述的终端设备，其特征在于，所述第十字段包括 2 比特，  
所述 2 比特中的每个比特对应所述 M 个波束失败检测资源组中的一个波束失败检测  
10 资源组，所述每个比特用于表示对应的一个波束失败检测资源组中是否发生波束失败。

58. 根据权利要求 56 或 57 所述的终端设备，其特征在于，

当所述第十字段指示所述 M 个波束失败检测资源组中的所述两个波束失败检测资源组都发生波束失败时，所述任一比特对应两个字节；

当所述第十字段指示所述 M 个波束失败检测资源组中的一个波束失败检测资源组发生波束失败时，所述任一比特对应一个字节。  
15

59. 根据权利要求 32 所述的终端设备，其特征在于，

所述发送单元还用于：当 M 等于 1，且所述 M 个波束失败检测资源组发生波束失败时，通过第二 MAC CE 发送所述小区对应的波束失败恢复信息。

60. 根据权利要求 59 所述的终端设备，其特征在于，所述第二 MAC CE 包括一个比特位图，  
20

对于所述比特位图中的任一比特，如果所述任一比特对应的小区的配置信息包括 N 个波束失败检测资源组和 N 个备选波束资源组，N 为大于 1 的整数，所述任一比特的取值默认为第二值，所述第二值用于指示所述任一比特对应的小区未发生波束失败。

61. 根据权利要求 60 所述的终端设备，其特征在于，

所述第一 MAC CE 对应的第一逻辑信道标识 LCID 与所述第二 MAC CE 对应的第二 LCID 不相同。  
25

62. 根据权利要求 61 所述的终端设备，其特征在于，

所述第二 LCID 为 50 或 51，

所述 第一 LCID 为以下逻辑信道标识中的任意一种标识：  
30 35,36,37,38,39,40,41,42,43,44 或 47。

63. 一种通信装置，其特征在于，包括至少一个处理器和通信接口，所述至少一个处理器，用于执行计算机程序或指令，以使得所述通信装置执行如权利要求 1 至 31 任一项所述的方法。

64. 根据权利要求 63 所述的通信装置，其特征在于，所述装置还包括至少一个存储器，所述至少一个存储器与所述至少一个处理器耦合，所述计算机程序或指令存储在所述至少一个存储器中。  
35

65. 一种通信系统，其特征在于，包括：网络设备和终端设备，

所述网络设备，用于发送小区的配置信息，所述小区的配置信息包括：包括 M 个波束失败检测资源组和 M 个备选波束资源组，所述 M 个波束失败检测资源组和所述 M 个备

选波束资源组一一对应，M 为整数；

所述终端设备，用于接收所述小区的配置信息；

所述终端设备还用于：当 M 为大于 1 的整数，且所述 M 个波束失败检测资源组中的至少一个波束失败检测资源组发生波束失败时，通过第一媒体接入控制元素 MAC CE 发送所述小区对应的波束失败恢复信息。

5

66. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，用于存储计算机指令，当所述计算机指令被执行时，如权利要求 1 至 31 中任一项所述的方法被实现。

67. 一种芯片，其特征在于，包括：处理器和接口，用于从存储器中调用并运行所述存储器中存储的计算机程序，执行如权利要求 1 至 31 中任一项所述的方法。

10