

信息传输方法、第一节点、第二节点和存储介质

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 202210421947.4、申请日为 2022 年 04 月 21 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请涉及通信技术领域，特别是涉及一种信息传输方法、第一节点、第二节点和存储介质。

背景技术

高频通信的一个主要问题是信号能量随传输距离增加而急剧衰减，导致信号传输距离短，影响小区的信号覆盖。为了克服这个问题，可以通过波束赋型(Beam Forming)技术对无线信号的能量产生聚焦，形成指向性波束，提高传输距离，从而增强小区覆盖。

目前，毫米波系统、可重构智能超表面(Reconfigurable Intelligent Surface ,RIS)、智能中继器(Smart Repeater)等场景下的波束管理均依赖于节点间的波束信息交互实现。传统的波束信息交互，通常采用少量波束信息快速传输的方式，第一节点对第二节点进行符号级的波束管理，即在每个符号上进行波束信息传输，做到每个符号改变/更新波束信息。

低功耗通讯模组针对非大容量信息传输场景，可以实现无源或者准无源部署，即仅在有限时间内供电或者采用电池，或者采用太阳能等方式进行自主供电。对于一些低功耗的网元，如果频繁的信息交互会显著抬升功耗，与低功耗目标相悖。但如果仅考虑网元的能耗，降低信息交互频度，就必然会导致时延的抬升，特别对于波束信息这种时延较敏感的信息来说可能无法满足其传输要求。所以，需要考虑一种兼顾低功耗与时效性的波束信息交互方法。

发明内容

本申请实施例提供了一种信息传输方法、第一节点、第二节点和计算机可读存储介质，能一定程度上兼顾低功耗和波束信息交互的时效性。

第一方面，本申请实施例提供一种信息传输方法，应用于第一节点，所述方法包括：

向第二节点发送第一波束控制消息，其中，所述第一波束控制消息至少包括波束行为信息，所述波束行为信息用于指示待所述第二节点执行的波束控制行为。

第二方面，本申请实施例提供一种信息传输方法，应用于第二节点，所述方法包括：

接收第一节点发送的第一波束控制消息，其中，所述第一波束控制消息至少包括波束行为信息，所述波束行为信息用于指示待执行的波束控制行为；

至少根据所述波束行为信息执行波束控制。

第三方面，本申请实施例提供一种第一节点，包括：

处理器和存储器；

所述存储器上存储有程序指令，所述程序指令当被所述处理器执行时使得所述处理器执

行如上第一方面所述的信息传输方法。

第四方面，本申请实施例提供一种第二节点，包括：

处理器和存储器；

所述存储器上存储有程序指令，所述程序指令当被所述处理器执行时使得所述处理器执行如上第二方面所述的信息传输方法。

第五方面，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，存储有程序指令，所述程序指令被计算机执行时，实现如上第一方面所述的信息传输方法，或者如上第二方面所述的信息传输方法。

本申请实施例中，第一节点向第二节点发送第一波束控制消息，其中，所述第一波束控制消息至少包括波束行为信息，使得第二节点在接收到第一节点发送的第一波束控制消息后，根据第一波束控制消息中的波束行为信息执行相应的波束控制。基于本申请实施例的技术方案，可以通过波束控制消息指示第二节点在未来一段时间所要执行的波束控制行为，而无需在每个符号进行波束更新，从而降低第一节点和第二节点之间的波束信息交互频度，解决了频繁信息交互带来的高功耗问题，同时整体降低波束信息交互时延，实现高效的波束控制。

附图说明

附图用来提供对本申请技术方案的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本申请的实施例一起用于解释本申请的技术方案，并不构成对本申请技术方案的限制。

图1是本申请实施例适用的一种通信系统的架构示意图；

图2是本申请实施例提供了一种信息传输方法的流程示意图；

图3a是本申请第一实施例的示例一提供的信息传输方法的流程示意图；

图3b是本申请第一实施例的示例二提供的信息传输方法的流程示意图；

图3c是本申请第一实施例的示例三提供的信息传输方法的流程示意图；

图4是本申请第二实施例提供的信息传输方法的流程示意图；

图5是本申请第三实施例提供的信息传输方法的流程示意图；

图6是本申请第四实施例提供的信息传输方法的流程示意图；

图7是本申请第五实施例提供的信息传输方法的流程示意图；

图8是本申请第六实施例提供的信息传输方法的流程示意图；

图9是本申请第七实施例适用的通信系统的流程示意图；

图10是本申请第七实施例提供的信息传输方法的流程示意图；

图11是本申请实施例提供的第一节点的结构示意图；

图12是本申请实施例提供的第二节点的结构示意图。

具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

应了解，在本申请实施例的描述中，如果有描述到“第一”、“第二”等只是用于区分技术特征为目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数

量或者隐含指明所指示的技术特征的先后关系。“至少一个”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“和/或”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示单独存在 A、同时存在 A 和 B、单独存在 B 的情况。其中 A，B 可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项”及其类似表达，是指的这些项中的任意组，包括单项或复数项的任意组。例如，a、b 和 c 中的至少一项可以表示：a，b，c，a 和 b，a 和 c，b 和 c，或者，a 和 b 和 c，其中 a，b，c 可以是单个，也可以是多个。

此外，下面所描述的本申请各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

高频通信的一个主要问题是信号能量随传输距离增加而急剧衰减，导致信号传输距离短，影响小区的信号覆盖。为了克服这个问题，可以通过波束赋型(Beam Forming)技术对无线信号的能量产生聚焦，形成指向性波束，提高传输距离，从而增强小区覆盖。

波束赋型包括了数字波束赋型和模拟波束赋型。其中，数字波束赋型在数字域实现，网络节点通过上行参考信号(例如 SRS)获得信道估计，并以此计算赋型权值，用于下行数据信道发送，往往终端侧不感知；模拟波束赋型在模拟域实现，主要针对毫米波通讯系统，通过波束扫描以及波束信息交互的方式实现对模拟波束的训练，而由于毫米波终端也存在模拟波束，因而也需要参与到波束训练环境中。一次完整的波束控制消息传输包括波束信息交互内容以及波束信息交互方式。另外，包括 RIS、Smart Repeater 的新型网络架构也都依赖于节点间的波束信息交互实现波束管理。

传统的波束信息交互内容包括两种：第一种为波束信息，该波束信息在发送前对于收发端均已知；第二种为资源信息，收发端并不事先约定好波束/码本编号信息，仅交互资源信息，例如信道状态信息参考信号(Channel State Indicator Reference Signal, CSI-RS)、资源标识(Resource ID)或者同步信号块索引(SSB-Index)。由收发端各自维护对资源对应的最优波束/码本信息，5G 新无线(New Radio, NR)系统就是采用该方式进行波束信息交互。

5G NR 系统网络中，节点侧对终端采用符号级波束控制，即可以做到每个符号改变/更新波束信息。为达到符号级波束控制，需要网络节点与终端首先通过 SSB 实现高精度同步，再通过发送不同的参考信号进行信道探测。其中波束控制消息通过准共址(Quasi Co-Loacted, QCL)信息来指示，其传输的方式包括：通过无线资源控制(Radio Resource Control, RRC)配置的周期发送，通过媒体访问控制层控制元素(Media Access Control Control Element, MAC-CE)传输的半持续发送，或者通过下行控制信息(Downlink Control Information, DCI)传输的非周期发送。其中，非周期测量上报的方式可以做到非常灵活，但每次非周期测量上报需要消耗物理下行控制信道(Physical Downlink Control Channel, PDCCH)时机，CSI-RS 时机和物理上行共享信道(Physical Uplink Share Channel, PUSCH)时机；对于周期测量上报的方式，虽然不消耗 PDCCH 时机，但是 CSI-RS 测量和物理上行控制信道(Physical Uplink Control Channel, PUCCH)上报需要周期配置，资源消耗较大。可以看出无论是周期还是非周期的方式现有的策略都是采用少量波束信息快速传输的方式。

对于传统的支持符号级同步的节点来说适用于上述传输方式，但是对于一些低功耗同步精度并不高的节点来说，很难实现快速实时的波束信息交互。

低功耗通讯模组针对非大容量信息传输场景，可以实现无源或者准无源部署，即仅在有

限时间内供电或者采用电池，或者采用太阳能等方式进行自主供电。对于一些低功耗的网元，如果频繁的信息交互会显著抬升功耗，与低功耗目标相悖。但同时，如果仅考虑网元的能耗，降低信息交互频度，就必然会导致时延的抬升，特别对于某些例如波束信息等时延较敏感的信息来说可能无法满足其传输要求。所以，需要考虑一种兼顾低功耗与时效性的波束信息交互方法。

本申请实施例提供了一种信息传输方法，第一节点通过波束控制消息指示第二节点在未来一段时间所要执行的波束控制行为，而无需在每个符号进行波束更新，从而降低第一节点和第二节点之间的波束信息交互频度，解决了频繁信息交互带来的高功耗问题，同时整体降低波束信息交互时延，实现高效的波束控制。

应了解，本申请实施例的方案可以应用于各种通信系统中。在本申请实施例适用的一种可能的通信系统中，包括第一节点、第二节点和第三节点，第一节点和第二节点、第二节点和第三节点之间分别具有用于传输数据的波束。其中，第一节点可以是网络节点；第二节点可以是 RIS、Smart Repeater 或者终端设备；第三节点可以是终端设备。

在本申请实施例适用的另一种可能的通信系统中，也可以仅包括第一节点和第二节点，其中，第一节点可以是网络节点，第二节点可以是终端设备。可以理解，一些情况下，用户（终端侧）也有天线阵列，在波束对准的过程中既要考虑发射波束，也要考虑接收波束，因此用户终端可以对发射波束变换不同的接收波束，并从中选择最佳接收波束。本申请实施例中，网络节点可以通过波束控制消息指示终端执行波束扫描、波束切换、波束更新等控制行为。

如图 1 所示，为本申请实施例适用的一种通信系统的架构示意图。该通信系统中，第一节点为网络节点，第二节点为 RIS，第三节点为终端设备。为了方便介绍，在下文中，将以图 1 所示的通信系统为例，对本申请实施例的方案进行示例性的说明。

上述网络节点可以为无线接入网中的节点，又可以称为基站，还可以称为无线接入网 (Radio Access Network, RAN) 节点(或设备)。例如，网络节点可以包括长期演进(Long Term Evolution, LTE)系统或演进的 LTE 系统(LTE-Advanced, LTE-A)中的演进型基站(NodeB 或 eNB 或 e-NodeB, evolutionary Node B)，如传统的宏基站 eNB 和异构网络场景下的微基站 eNB；或者也可以包括 5G 新无线(new radio, NR)系统中的下一代节点 B(Next generation node B, gNB)，或者还可以包括传输接收点(Transmission Reception Point, TRP)、家庭基站(例如，Home evolved NodeB, 或 Home Node B, HNB)、基带单元(Base Band Unit, BBU)、基带池 BBU pool, 或 WiFi 接入点(Access Point, AP)等；再或者还可以包括云接入网(Cloud Radio Access Network, CloudRAN)系统中的集中式单元(Centralized Unit, CU)和分布式单元(Distributed Unit, DU)；又或者可以包括非陆地网络(Non-Terrestrial Network, NTN)中的基站，即可以部署于高空平台或者卫星，在 NTN 中，网络设备可以作为层 1(L1)中继(Relay)，或者可以作为基站，或者可以作为 DU，或者可以作为接入回传一体化(integrated access and backhaul, IAB)节点；又或者，网络设备可以是 IoT 中实现基站功能的设备，例如车联网(Vehicle-to-everything, V2X)、设备到设备(Device to Device, D2D)、或者机器到机器(Machine to Machine, M2M)中实现基站功能的设备，本申请实施例并不限定。

上述终端设备可以指用户设备、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、用户代理或用户装置。终端设

备还可以是蜂窝电话、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、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,未来 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。

上述可重构智能超表面(RIS),是一种具有可编程电磁特性的人工电磁表面结构,由大量精心设计的电磁单元排列组成,通过控制电路可以动态地调控电磁单元的电磁性质,实现三维空间内无线信号传播特性的智能化重构,可以突破传统无线环境被动适应的局限性。

上述智能中继器(Smart Repeater),可以认为是部署在网络节点和终端设备之间的一个信号的中继装置,用于增强链路的性能。在下行,接收来自于网络节点的信息,将其进行增强放大之后,再发送给终端设备;对于上行也类似。

如图 2 所示,为本申请实施例提供的一种信息传输方法的流程示意图。该方法的实现过程包括但不限于如下步骤 S101-S102,下面对各个步骤依次进行介绍:

步骤 S101:第一节点向第二节点发送第一波束控制消息。

其中,第一波束控制消息至少包括波束行为信息,波束行为信息用于指示待第二节点执行的波束控制行为,以使得第二节点至少根据该波束行为信息执行相应的波束控制。

本申请实施例中,第一节点向第二节点发送第一波束控制消息可以通过 ([方式进行:

第一种方式为广播方式,广播方式下第一波束控制消息需携带第二节点的节点标识(包括永久唯一标识和临时唯一标识),用于区分各节点的波束控制消息;

第二种方式为 PDCCH 传输方式,即通过第二节点专用的 PDCCH 传输波束控制消息;

第三种方式为 PDSCH 传输方式,即通过第二节点专用的 PDSCH 传输波束控制消息;

第四种方式为带外传输方式,包括同系统传输(例如 5G NR 与 4G LTE 等)和异系统传输(例如 5G NR 和蓝牙等),需要第一节点与第二节点已经通过 GPS 完成了基本的同步,同步精度可以达到百 ns 级;

第五种方式为带内传输方式,具体实现时可以利用其他参考信号(例如 SSB 等)实现精确的同步。

本申请实施例中,上述波束控制行为包括以下至少之一:执行固定波束驻留模式、执行波束扫描模式、终止波束扫描模式。

对应的,上述波束行为信息可以包括以下之一:

第一波束行为信息,用于指示执行固定波束驻留模式;

第二波束行为信息,用于指示执行波束扫描模式;

第三波束行为信息,用于指示终止波束扫描模式。

本申请实施例中,上述波束扫描模式包括以下至少之一:固定波束扫描模式,宽波束自主轮扫模式,窄波束自主轮扫模式,相邻宽波束自主轮扫模式,相邻窄波束自主轮扫模式。

对应的,第二波束行为信息具体可以为以下之一:

第四波束行为信息,用于指示执行固定波束扫描模式;

第五波束行为信息,用于指示执行宽波束自主轮扫模式;

第六波束行为信息,用于指示执行窄波束自主轮扫模式;

第七波束行为信息,用于指示执行相邻宽波束自主轮扫模式;

第八波束行为信息，用于指示执行相邻窄波束自主轮扫模式。

需说明的是，本申请实施例描述的宽波束和窄波束是相对概念，可以理解为宽波束较窄波束覆盖的角度和范围更广，但增益会变差；窄波束则利用更小的角度和更小的覆盖区域来获得更高的增益。

可选的，第一波束控制消息还包括至少一个波束的波束信息，其中，波束信息用于确定执行波束控制行为的波束。例如，第一波束控制消息包括用于指示第二节点执行固定波束驻留模式的第一波束行为信息，以及单个波束信息（例如是波束1的波束信息），这样，第二节点接收到该第一波束控制消息后，会生效波束1并固定驻留在波束1上。又例如，第一波束控制消息包括用于指示第二节点执行固定波束扫描模式的第四波束行为信息，以及波束1至波束N的波束信息，这样，第二节点接收到该第一波束控制消息后，会依次生效波束1至波束N，实现固定波束扫描。

在一种可能的实现方式中，波束信息包括波束标识，该波束标识为波束的唯一标识，具体实现中可以预先对第一节点与第二节点之间的各个波束进行编号（即波束标识），并且在第一节点和第二节点中预先配置该编号与波束的映射关系。当第二节点从第一波束控制消息获取到波束标识后，可以根据波束标识解析出待生效的波束。

在另一种可能的实现方式中，波束信息包括波束角度信息，诸如水平角度，俯仰角度，水平宽度，垂直宽度，增益等波束的基本信息。当第二节点从第一波束控制消息获取到波束角度信息后，可以从本地预置的波束集合中找到最优的匹配波束，进而得到待生效的波束。

在又一种可能的实现方式中，波束信息包括码本信息，码本信息包括第二节点每个阵子的幅度和相位信息，第二节点从第一波束控制消息获取到波束的完整码本信息后，可以直接在射频器件生效该码本。

需说明的是，波束或者码本的物理意义除了表示几何一样波束（包括宽波束、窄波束、单波束、多波束、远波束、近波束）之外，还可以表示模态码本组、异型波束等。

在其它可能的实现方式中，波束信息还可以包括天线模组信息，多波束信息，异性波束信息等等。

本技术领域技术人员应能理解，波束信息可以包括波束标识、波束角度信息、码本信息、天线模组信息、多波束信息、异性波束信息中的一种或者多种，本申请实施例对此不作限制。

可选的，第一波束控制消息还包括波束生效时间信息，波束生效时间信息用于指示执行波束控制行为的波束的生效时间。示例性的，波束生效时间信息包括以下至少之一：波束生效的绝对时间，波束失效的绝对时间，波束生效的重复周期，波束失效的重复周期，波束生效的相对时间间隔，波束失效的相对时间间隔。

在一种可能的实现方式中，为描述了波束生效的绝对时间和失效的绝对时间，波束生效时间信息包括波束生效的绝对时间和波束失效的绝对时间。其中，绝对时间的单位可以是符号（symbol）、时隙（slot）、帧（frame），或者以毫秒、秒等单位，又或者是上述各种单位的组合。

具体实现中，也可以不配置波束生效的绝对时间或者失效的绝对时间。如果不配置生效的绝对时间，则可以立即生效波束或者按照默认时延生效波束；如果不配置失效的绝对时间，则可以令当前波束一直生效直至下次波束控制消息中携带了新的波束行为信息。

具体实现中，还可以对每个波束的生效时间或者失效时间配置相应的重复周期。在某个波束生效的绝对时间开始后，当满足重复周期条件时，该波束再次生效；在某个波束失效的绝对时间开始后，当满足重复周期条件时，该波束再次失效。

在一种可能的实现方式中，为描述波束扫描模式下每个波束生效的相对时间间隔和失效的相对时间间隔，波束生效时间信息包括波束生效的相对时间间隔和波束失效的相对时间间隔。应了解，这里的相对时间间隔的定义为：以第二节点接收到第一节点发送的第一波束控制消息的时刻作为起始，在延迟生效的相对时间间隔后生效与波束信息对应的波束，并在达到上述失效的相对时间间隔后失效该波束。这里的相对时间间隔的单位可以是符号(symbol)、时隙(slot)、帧(frame)，或者以毫秒、秒等单位，又或者是上述各种单位的组合。

可以理解，具体实现中，波束生效时间信息可以是上述波束生效的绝对时间、波束失效的绝对时间、波束生效的重复周期、波束失效的重复周期、波束生效的相对时间间隔、波束失效的相对时间间隔的任意组合。例如，波束生效时间信息可以包括每个波束生效的绝对时间和失效的相对时间间隔，也可以包括每个波束生效的相对时间间隔和生效的绝对时间。

可以理解，对于带外传输方式中不同制式的系统且上述生效时间为slot，需要通过额外配置子载波间隔用于时间对齐。

可以理解，具体实现中，如果配置了下个波束的生效时间早于上个波束的失效时间，则以新波束生效时间为准，而上个波束提前失效。

可选的，第一波束控制消息还包括第二节点的节点标识。当第一节点通过广播方式向第二节点发送第一波束控制消息时，需在第一波束控制消息中添加第二节点的节点标识，以便于第二节点辨别发送给自身的第一波束控制消息。

可选的，第一波束控制消息还包括控制波束数目，用于指示执行波束控制行为的波束数目。例如，当第一波束控制消息包括第四波束行为信息（执行固定波束扫描模式）和波束1至波束N的波束信息时，第一波束控制消息还包括控制波束数目N，表示有N个波束执行固定波束扫描模式。

步骤S102：第二节点接收第一节点发送的第一波束控制消息，并至少根据波束行为信息执行波束控制。

示例性的，第一节点发送的第一波束控制消息包括第一波束行为信息（执行固定波束驻留模式）和单个波束（例如是波束1）的波束信息，第二节点接收到该第一波束控制消息后，根据该波束信息解析得到波束1，然后根据第一波束行为信息，按照默认时延生效该波束1，并固定驻留在波束1上。

示例性的，第一节点发送的第一波束控制消息包括第四波束行为信息（执行固定波束扫描模式）、多个波束（例如是波束1、2、3）的波束信息以及各个波束生效的相对时间间隔；第二节点接收到该第一波束控制消息后，根据该波束信息解析得到波束1、2、3，然后按照波束生效的相对时间间隔，依次对波束1、2、3进行生效/失效，以完成固定波束扫描操作。

示例性的，第一节点发送的第一波束控制消息包括第五/第六波束行为信息（执行宽/窄波束自主轮扫模式），第二节点接收到该第一波束控制消息后，自主地对各个宽/窄波束进行轮流扫描。对宽/窄波束轮流扫描过程中，如果第一波束控制消息还携带波束生效时间信息，则按照波束生效时间信息对每个波束进行生效/失效；如果第一波束控制消息没有携带波束生效时间信息，则按照预先设定的默认波束生效相对时间间隔，对每个波束进行生效/失效。

示例性的，第一节点发送的第一波束控制消息包括第七/第八波束行为信息（执行相邻宽/窄波束自主轮扫模式），第二节点接收到该第一波束控制消息后，第二节点自主判断相邻的宽/窄波束有哪些，然后自主地对这些相邻的宽/窄波束进行轮流扫描。对相邻的宽/窄波束轮流扫描过程中，如果第一波束控制消息还携带了波束生效时间信息，则按照波束生效时间信息对每个波束进行生效/失效；如果第一波束控制消息没有携带波束生效时间信息，则按照预先设定的默认波束生效相对时间间隔，对每个波束进行生效/失效。

示例性的，第一节点发送的第一波束控制消息包括第三波束行为信息（终止波束扫描模式），第二节点接收到该第一波束控制消息后，终止当前的波束扫描模式，使波束处于失效状态。

可以理解，使波束处于失效状态可通过以下几种方式实现：第一种，第二节点停止发送任何功率的信号；第二种，第二节点采用无效波束（相位全0/全1的码本或者幅度为0的码本）发送；第三种，第二节点采用默认波束发送，该默认波束对于第一节点和第二节点来说是已知的。

可以理解，本申请实施例的方法还包括：第一节点在向第二节点发送第一波束控制消息后，还接收第二节点根据第一波束控制消息反馈的成功或者失败消息，该成功或者失败消息用于通知第一节点该第一波束控制消息是否被第二节点正确接收。

一般而言，指示执行固定波束驻留模式的波束控制消息，还包含一个波束信息以及波束对应的生效时间信息，第二节点在收到该波束控制消息后，按照给定的波束生效时间信息去生效以及失效波束信息指示的波束。如果波束控制消息没有包含对应的波束生效时间信息，则立即生效该波束或者按照默认时延生效该波束，同时该波束一直生效直到下次波束控制消息中携带了新的波束行为信息。在固定波束驻留模式下，不期望在控制波束数目配置多于一个波束，以及对应波束信息和生效时间信息配置多于一个波束。

一般而言，指示执行固定波束扫描模式的波束控制消息，还包含多个波束的波束信息以及各个波束对应的生效时间信息。第二节点会在收到该波束控制消息后，依次按照波束编号顺序更新波束，每个波束生效时间与生效时间信息（包括生效/失效的绝对时间、或者生效/失效的相对时间间隔）指示的一致。这里，各个波束对应的生效时间信息是可选的，若波束控制消息中没有携带波束的生效时间信息，可以按照默认的波束生效相对时间间隔进行波束扫描。

一般而言，指示宽/窄波束自主轮扫模式的波束控制消息，还可包含单个波束的生效时间信息，例如描述每个波束生效的相对时间间隔和失效的相对时间间隔。当然，具体实现中也可以不包含单个波束的生效时间信息，仅指示执行/终止两种状态信息，由第二节点自行决定波束生效时间并在收到终止信息后上报当前波束信息。不再约束仅当波束行为信息为宽波束自主轮扫模式，窄波束自主轮扫模式或者相邻窄波束自主轮扫模式时适用。

还应了解，宽/窄波束自主轮扫模式下，波束控制消息无需额外指示控制波束数目以及波束信息，宽/窄波束自主轮扫模式包括开启和终止两种状态，当第二节点收到执行宽/窄波束自主轮扫模式的波束控制消息后，会自主的采用宽波束/窄波束进行轮扫。当第二节点收到终止扫描模式的波束控制消息后，会终止执行当前自主轮扫过程。当第二节点已经处于开启自主轮扫的状态且未收到终止信息，第二节点收到了新的执行宽/窄波束自主轮扫模式信息，第二节点会终止当前自主轮扫过程并按照上述信息执行新的自主轮扫过程。

还应了解，当第二节点已经处于开启状态且未收到终止信息，第二节点收到了新的固定波束驻留/扫描信息，第二节点会终止当前自主轮扫过程并按照上述信息执行。当第二节点当前未处于开启状态，第二节点收到了新的终止宽/窄波束自主轮扫模式信息，会忽略该信息。对于当前波束行为信息为自主轮扫模式的情况，当第二节点收到了终止扫描的指示后，还需要第二节点反馈当前所用的波束信息，波束信息内容与上述波束控制消息中的波束信息内容一致。

一般而言，指示相邻宽/窄波束自主轮扫模式下的波束控制消息，无需携带控制波束数目以及波束信息。相邻宽/窄波束自主轮扫模式包括开启和终止两种状态。当第二节点在收到执行相邻宽/窄波束自主轮扫模式的信息后，会自主的采用相邻的（由第二节点自主判断）宽波束或者窄波束进行轮扫；当第二节点在收到终止扫描模式的信息后，会终止当前自主轮扫过程。当第二节点已经处于开启状态且未收到终止信息，第二节点收到新的执行相邻宽/窄波束自主轮扫模式信息时，第二节点会终止当前自主轮扫过程并按照上述信息执行新的自主轮扫过程。当第二节点已经处于开启状态且未收到终止信息，第二节点收到了新的固定波束驻留/扫描信息，第二节点会终止当前自主轮扫过程并按照上述信息执行。当第二节点当前未处于开启状态，第二节点收到了新的终止相邻宽/窄波束自主轮扫模式信息，会忽略该信息。对于当前波束行为信息为自主轮扫模式的情况，当第二节点收到了终止扫描的指示后，还需要第二节点反馈当前所用的波束信息，波束信息内容与上述波束控制消息中的波束信息内容一致。

为更好地理解本申请实施例提供的方案，下面通过几个具体的实施例进行详细说明。

第一实施例

可以理解，基于本申请实施例的方案，可以实现第一节点直接控制第二节点进行波束切换，波束扫描，波束扫描反馈。

示例一

如图 3a 所示，为本申请第一实施例的示例一提供的信息传输方法的流程示意图，具体包括如下步骤：

步骤 S211：第一节点向第二节点发送第一波束控制消息，这里，第一波束控制消息包括第一波束行为信息（执行固定波束驻留模式）、单波束信息（这里假设是波束 1 的波束信息）和波束生效时间信息。

举例来说，单波束信息可以是波束标识（波束 1 的唯一标识）；或者是波束 1 的角度信息（水平 30° ，垂直 5° ）；或者是波束 1 的码本信息（包括对应的阵子的相位和幅度信息）；又或者是波束 1 的模态码本组编号。

举例来说，波束生效时间信息可以包括波束生效的绝对时间，例如：帧号 SFN=1，时隙号 slotNum=0，符号 symbolNum=13；或者包括相对生效时间间隔，例如：时隙偏移 slotOffset=2，symbolNum=13。

步骤 S212：第二节点接收第一节点发送的第一波束控制消息后，向第一节点反馈成功消息。

步骤 S213：第二节点按照波束生效时间信息，生效新波束（即波束 1）。

本实施例中，RIS（第二节点）收到第一波束控制消息后，反馈该消息是否接收成功，如果反馈失败，则基站（第一节点）发起重传直到传输成功或者达到最大重传次数；如果反馈成功，RIS 按照给定的绝对生效时间或者相对生效时间间隔生效上述波束信息。以此实现了

基站对 RIS 的波束切换控制。

示例二

如图 3b 所示,为本申请第一实施例的示例二提供的信息传输方法的流程示意图,具体包括如下步骤:

步骤 S221: 第一节点向第二节点发送第一波束控制消息,这里,第一波束控制消息包括第二波束行为信息(执行波束扫描模式)和波束生效时间信息;

步骤 S222: 第二节点接收第一节点发送的第一波束控制消息后,向第一节点反馈成功消息;

步骤 S223: 第二节点按照波束生效时间信息,执行波束扫描模式;

步骤 S224: 在第二节点执行波束扫描模式的过程中,第一节点向第二节点发送第六波束控制消息(终止波束扫描模式);

步骤 S225: 第二节点根据第六波束控制消息,终止波束扫描模式;

步骤 S226: 第二节点反馈当前生效波束(即波束 N)的波束信息给第一节点。

示例性的,基站发送波束控制消息给 RIS,该消息携带了单波束生效时间以及波束行为信息(假设是宽波束或者窄波束自主轮扫模式)。当 RIS 收到该消息并反馈成功后,按照给定的绝对生效时间或者相对生效间隔自主的选择波束生效。直到基站发送新的波束控制消息给 RIS,该消息携带了波束行为信息(终止波束扫描模式)。此时,RIS 需要反馈当前生效波束的波束信息给基站。以此实现了基站对 RIS 的波束自主扫描反馈过程。上述自主轮扫模式可以包含宽波束自主轮扫模式,也可以包括窄波束自主轮扫模式,还可以是相邻宽波束自主轮扫模式或者相邻窄波束自主轮扫模式。宽波束覆盖范围大但增益低,窄波束覆盖范围小但增益大,取决于当前实际场景。RIS 无需通过基站侧下发的参考信号进行解析,而是通过基站侧下发的终止信息上报当前波束信息。

示例三

如图 3c 所示,为本申请第一实施例的示例三提供的信息传输方法的流程示意图,具体包括如下步骤:

步骤 S231: 第一节点向第二节点发送第一波束控制消息,这里,第一波束控制消息包括第二波束行为信息(执行波束扫描模式)和波束生效时间信息。

步骤 S232: 第二节点接收第一节点发送的第一波束控制消息后,向第一节点反馈成功消息。

步骤 S233: 第二节点按照波束生效时间信息,执行波束扫描模式,直至完成所有波束扫描。

示例性的,基站发送波束控制消息给 RIS,该消息携带了多波束信息(包括一组枚举值:波束唯一标识 A,波束唯一标识 B,波束唯一标识 C)和生效绝对时间(包括一组枚举值{SFN=1, slotNum=0, symbolNum=13}, {SFN=1, slotNum=1, symbolNum=13}, {SFN=1, slotNum=2, symbolNum=13})以及波束行为信息(固定波束扫描模式)。当收到该信息并反馈成功后,RIS 会在上述生效时间信息中按照给定的绝对生效时间依次生效上述波束信息。以此实现了基站对 RIS 的波束扫描控制。

或者,基站发送波束控制消息给 RIS,该消息携带了多波束信息(包括波束唯一标识 1-10)和生效绝对时间(包括一组枚举值{SFN=1, slotNum=0, symbolNum=13}, {SFN=1, slotNum=1,

symbolNum=13}, {SFN=1, slotNum=2, symbolNum=13}) 以及波束行为信息 (固定波束扫描模式)。当收到该信息并反馈成功后, RIS 会在上述生效时间信息中按照给定的绝对生效时间依次生效上述波束信息。以此实现了基站对 RIS 的波束扫描控制。

或者, 基站发送波束控制消息给 RIS, 该消息携带了多波束信息 (包括一组枚举值: 波束唯一标识 A, 波束唯一标识 B, 波束唯一标识 C) 和生效绝对时间 (包括一组枚举值 {slotOffset=1, symbolNum=13}, {slotOffset=2, symbolNum=13}, {slotOffset=3, symbolNum=13}) 以及波束行为信息 (固定波束扫描模式)。当收到该信息并反馈成功后, RIS 会在上述生效时间信息中按照给定的绝对生效时间依次生效上述波束信息。以此实现了基站对 RIS 的波束扫描控制。

第二实施例

可以理解, 基于本申请实施例的方案, 还可以实现第一节点对第二节点进行静态波束控制, 包括公共信道 (广播, 上/下行公共参考信号) 的波束静态配置。

对于仅存在基站和 RIS 的场景, 基站可以对 RIS 进行公共信道的波束控制, 用于后续 RIS 的公共信道接收或者转发。

如图 4 所示, 为本申请第二实施例提供的信息传输方法的流程示意图, 具体包括如下步骤:

步骤 S301: 第一节点向第二节点发送第一波束控制消息, 这里, 第一波束控制消息包括波束行为信息和公共信道信息, 公共信道信息用于指示第二节点在与公共信道信息对应的信道上执行波束控制。

这里的公共信道信息包括但不限于同步信号和 PBCH 块 (Synchronization Signal and PBCH block, SSB), 跟踪参考信号 (Tracking Reference Signal, TRS), 物理随机接入信道 (Physical Random Access Channel, PRACH)。

具体而言, 本实施例中的第一波束控制消息包括: 第四波束行为信息 (固定波束扫描模式), 公共信道信息 (SSB、TRS 或者 PRACH 等), 对应于公共信道信息所指示信道的多个波束 (假定是波束 1 至波束 N) 的波束信息, 各个波束生效的绝对时间、失效的绝对时间, 波束生效、失效的重复周期。

步骤 S302: 第二节点接收第一节点发送的第一波束控制消息后, 向第一节点反馈成功消息;

步骤 S303: 第二节点在与公共信道信息对应的信道上执行波束 1 至波束 N 的固定波束扫描。

可以理解, 本实施例中, RIS 根据波束生效时间信息给定的波束生效的绝对时间依次生效波束信息指示的波束 1 至波束 N。在波束生效的绝对时间开始后, 当满足重复周期条件时, 波束 1 至波束 N 再依次生效; 在波束失效的绝对时间开始后, 当满足重复周期条件时, 波束 1 至波束 N 再依次失效。以此实现了基站对 RIS 的公共信道波束 (例如 SSB 波束、TRS 波束或者 PRACH 波束) 的控制或者配置。

具体实现中, 可以通过单次波束控制消息携带单个公共信道的单个波束信息以及波束生效的时域位置和生效周期; 也可以通过单次波束控制消息携带单个公共信道的多个波束生效的时域位置和生效周期; 也可以通过单次波束控制消息携带多个公共信道的多个波束信息以及波束生效的时域位置和生效周期。

第三实施例

对于存在基站、RIS 以及终端的场景，如果终端的一个或者多个公共信道的波束信息发生改变，需要同时对 RIS 进行公共信道的波束控制，用于后续 RIS 的新波束下公共信道接收或者转发。

如图 5 所示，为本申请第三实施例提供的信息传输方法的流程示意图，具体包括如下步骤：

步骤 S401：第一节点向第二节点发送公共信道波束信息重配消息；

步骤 S402：第二节点将公共信道波束信息重配消息透明转发给第三节点；

步骤 S403：第三节点向第二节点发送重配成功反馈消息；

步骤 S404：第二节点将重配成功反馈消息透明转发给第一节点；

步骤 S405：第一节点向第二节点发送第一波束控制消息，这里，该第一波束控制消息包括第四波束行为信息（固定波束扫描模式）、公共信道信息、多个波束的波束信息、波束生效时间信息。

步骤 S406：第二节点接收第一节点发送的第一波束控制消息后，向第一节点反馈成功消息；

步骤 S407：第二节点在与公共信道信息对应的信道上执行波束 1 至波束 N 的固定波束扫描；

步骤 S408，在第二节点执行固定波束扫描模式的过程中，第一节点通过当前生效的波束与第二节点进行公共信道的传输；

步骤 S409，第二节点将公共信道传输的信息透明转发给第三节点。

可以理解，在基站与 RIS 已经完成了图 4 所示的基本波束控制消息交互后，当基站发现一个或者多个公共信道的波束信息发生改变，发送公共信道波束信息重配消息并通过 RIS 直接透明转发给终端，终端收到该消息后反馈重配成功信息并通过 RIS 直接透明转发给基站。当基站收到该重配成功消息后，且满足 RIS 新波束生效间隔或者绝对时间后，基站发送波束控制消息给 RIS，该消息携带了多波束信息和波束生效时间信息以及波束行为信息（执行固定波束扫描模式）。当 RIS 收到该消息并反馈成功后，会按照给定的生效绝对时间或者相对间隔依次生效多波束信息中对应的波束。基站在该波束生效后、失效前进行新波束下公共信道传输，并通过 RIS 直接透明转发给终端。在波束生效的绝对时间开始后，当满足重复周期条件时，新波束再次生效；在波束失效的绝对时间开始后，当满足重复周期条件时，新波束再次失效。以此实现了基站对 RIS 的公共信道波束更新流程。

第四实施例

可以理解，基于本申请实施例的方案，第三节点通过第二节点接入第一节点，第三节点通过第二节点实现了完整的初始接入过程，包括初始同步与波束捕获。

如图 6 所示，为本申请第四实施例提供的信息传输方法的流程示意图，具体包括如下步骤：

步骤 S501：第一节点向第二节点发送第一波束控制消息，这里，第一波束控制消息包括第二波束行为信息（波束扫描模式）；

需说明的是，本实施例适用于固定波束扫描模式，宽波束自主轮扫模式，窄波束自主轮扫模式，相邻宽波束自主轮扫模式，相邻窄波束自主轮扫模式，取决于当前实际场景。

步骤 S502: 第二节点接收第一节点发送的第一波束控制消息后, 向第一节点反馈成功消息;

步骤 S503: 第二节点执行波束扫描模式;

步骤 S504: 第三节点向第二节点发送随机接入消息 (Msg1); 在本实施例中, 第三节点通过第 N 波束在公共信道 PRACH 上发送 Msg1 给第二节点;

步骤 S505: 第二节点在执行波束扫描模式的过程中, 接收第三节点发送的随机接入消息, 并将随机接入消息 (Msg1) 透明转发给第一节点;

步骤 S506: 第一节点从第二节点接收来自第三节点的随机接入消息, 根据随机接入消息向第二节点发送第二波束控制消息, 这里, 第二波束控制消息包括第三波束行为信息 (终止波束扫描模式), 以使第二节点终止波束扫描模式;

步骤 S507: 第二节点根据第二波束控制消息终止波束扫描模式;

步骤 S508: 将当前生效波束 (第 N 波束) 的波束信息发送给第一节点;

步骤 S509: 第一节点根据来自第二节点的当前生效波束的波束信息, 向第二节点发送随机接入响应消息;

步骤 S510, 第二节点将随机接入响应消息 (Msg2) 透明转发给第三节点。

示例性的, 基站发送波束控制消息给 RIS, 该消息携带了第五/第六波束行为信息 (开启宽波束或者窄波束自主轮扫模式)。当 RIS 收到该消息并反馈成功后, 会按照给定的绝对生效时间或者相对生效间隔自主的选择宽波束生效。在满足新波束生效绝对生效时间或者相对生效间隔后, RIS 会自主更新波束。终端会一次或者多次发起随机接入过程, 在 PRACH 信道上发送 Msg1, 并通过 RIS 直接透明转发给基站。基站收到该 Msg1 后, 发送波束控制消息给 RIS, 该信息携带了第三波束行为信息 (终止宽波束或者窄波束自主轮扫模式)。当 RIS 收到该波束控制消息后, 反馈当前生效波束的波束信息给基站; 基站收到该波束信息后, 发送 Msg2 以完成后续接入流程。以此实现了终端通过 RIS 接入基站的完整波束扫描控制过程。

第五实施例

可以理解, 第三节点通过第二节点接入第一节点, 实现第三节点处于连接态下, 第二节点与第一节点的波束控制消息交互, 包括最优波束训练、波束切换。

如图 7 所示, 为本申请第五实施例提供的信息传输方法的流程图, 具体包括如下步骤:

步骤 S601: 第一节点向第二节点发送第一波束控制消息, 这里, 第一波束控制消息包括第二波束行为信息 (波束扫描模式);

需说明的是, 本实施例适用于固定波束扫描模式, 宽波束自主轮扫模式, 窄波束自主轮扫模式, 相邻宽波束自主轮扫模式, 相邻窄波束自主轮扫模式, 取决于当前实际场景。

步骤 S602: 第二节点接收第一节点发送的第一波束控制消息后, 向第一节点反馈成功消息;

步骤 S603: 第二节点执行波束扫描模式;

步骤 S604: 在第二节点执行波束扫描模式中, 第一节点向第二节点发送波束测量请求;

步骤 S605: 第二节点接收第一节点发送的波束测量请求, 并将波束测量请求透明转发给第三节点;

步骤 S606: 第三节点根据波束测量请求进行波束测量, 并上报波束质量信息给第二节点,

波束质量信息为第三节点针对第二节点当前生效波束进行测量得到；

步骤 S607：第二节点接收第三节点发送的波束质量信息，并将波束质量信息透明转发给第一节点；

步骤 S608：第一节点根据波束质量信息向第二节点发送第三波束控制消息，这里，第三波束控制消息包括第一波束行为信息和第一波束的波束信息；

步骤 S609：第二节点接收第一节点发送的第三波束控制消息后，向第一节点反馈成功消息；

步骤 S610：第二节点根据第三波束控制消息执行固定波束驻留模式，使第一波束生效；

步骤 S611：第一节点向第二节点发送第一业务数据；

步骤 S612：第二节点通过第一波束向第三节点透明转发来自第一节点的第一业务数据。

需说明的是，步骤 S610 中的第一波束控制消息也可携带第一波束行为信息（固定波束驻留模式），也就是说，在第二节点执行固定波束驻留模式过程中，第一节点向第二节点波束测量请求，继而进行后续的步骤。

在一示例性场景中，终端通过 RIS 接入基站，当终端位置移动或者环境变化时可能需要改变 RIS 的波束，以便波束的中心指向对准终端，实现最大增益。为此，基站需要对 RIS 进行多波束扫描控制，并根据不同波束下测量的波束质量信息决策波束切换，并给 RIS 发送波束切换控制消息。具体的，当满足周期或者事件触发条件后，基站发送波束控制消息给 RIS，该消息携带了多波束信息、波束生效时间信息以及指示执行固定波束扫描模式的波束行为信息。具体实现时，基站可以根据自身策略决定用哪些波束进行测量。当 RIS 收到该消息并反馈成功后，会按照给定的生效绝对时间或者生效相对时间间隔，依次生效相应的波束。在某个波束生效后、失效前，基站发送下行波束测量请求，并通过 RIS 直接透明转发给终端，终端测量该波束后，上报波束质量信息并通过 RIS 直接透明转发给基站。在所有波束生效并失效后，基站根据收到的所有波束质量信息进行波束切换判决。当发现 RIS 侧更好的波束后，基站再次发送波束控制消息给 RIS，该消息携带了单波束信息、波束生效时间以及指示执行固定波束驻留模式波束行为信息。当基站收到 RIS 的反馈成功消息后，发送业务数据，并由 RIS 采用新波束直接透明转发给终端。以此完成了 RIS 对终端的波束训练和波束切换过程。

在另一示例性场景中，终端通过 RIS 接入基站，当终端处于快速移动或者环境剧烈变化时需要改变甚至频繁改变 RIS 的波束，以便波束的中心指向对准终端实现终端跟踪。为此，基站需要对 RIS 进行波束自主扫描控制，并根据不同波束的波束质量信息决策波束切换，并给 RIS 发送波束切换控制信息。与前一个场景的区别在于，该波束控制信息未携带明确的波束信息，而由 RIS 自主的选择相邻波束进行快速扫描，并在基站发现最优波束后通过反馈的方式告知基站。一方面可以降低波束控制信息内容，另一方面 RIS 可以自主选择波束进行测量效率更高。

具体的，当满足周期或者事件触发条件后，基站发送波束控制信息给 RIS，该信息携带了指示执行波束自主轮扫模式（可根据实际场景选择宽/窄波束自主轮扫模式、相邻宽/窄波束自主轮扫模式）的波束行为信息。具体实现时，基站可以根据自身策略决定用哪些波束进行测量。RIS 收到该信息并反馈成功后，会按照给定的波束生效的绝对时间或者波束生效的相对时间间隔，依次生效相应的波束。在某个波束生效后、失效前，基站发送下行波束测量请求，并通过 RIS 直接透明转发给终端，终端测量该波束后，上报波束质量信息并通过 RIS

直接透明转发给基站。在所有波束生效并失效后，基站根据收到的所有波束质量信息进行波束切换判决。当发现 RIS 侧更好的波束后，基站发送波束控制消息给 RIS，该消息携带了指示终止波束扫描模式的波束行为信息。当基站收到 RIS 的反馈成功消息后，发送下行的业务数据，并由 RIS 采用新波束直接透明转发给终端。以此完成了 RIS 对终端的波束训练和波束切换过程。

第六实施例

可以理解，第三节点通过第二节点接入第一节点，基于本申请实施例的方案，可以实现第三节点处于波束失败情况下的第二节点与第一节点的波束控制信息交互，包括波束失败检测，波束恢复。

如图 8 所示，为本申请第六实施例提供的信息传输方法的流程示意图，具体包括如下步骤：

步骤 S701：第一节点向第二节点发送第一波束控制消息，这里，第一波束控制消息包括第二波束行为信息（波束扫描模式）；

需说明的是，本实施例适用于固定波束扫描模式，宽波束自主轮扫模式，窄波束自主轮扫模式，相邻宽波束自主轮扫模式，相邻窄波束自主轮扫模式，取决于当前实际场景。

步骤 S702：第二节点接收第一节点发送的第一波束控制消息后，向第一节点反馈成功消息；

步骤 S703：第二节点执行波束扫描模式；

步骤 S704：在第二节点执行波束扫描模式过程中，第三节点向第二节点发送波束失败恢复请求；

步骤 S705：第二节点接收到来自第三节点的波束失败恢复请求透明后，将波束失败恢复请求透明转发给第一节点，其中，波束失败恢复请求包括第二波束的波束信息，第二波束为第三节点请求恢复的波束；

步骤 S706：第一节点从第二节点接收来自第三节点的波束失败恢复请求，并根据波束失败恢复请求向第二节点发送第四波束控制消息，其中，第四波束控制消息包括第一波束行为信息（执行固定波束驻留模式）和第二波束的波束信息；

步骤 S707：第二节点在接收第一节点根据波束失败恢复请求发送的第四波束控制消息后，向第一节点反馈成功消息；

步骤 S708：第二节点根据第四波束控制消息执行固定波束驻留模式，使第二波束生效；

步骤 S709：第一节点在接收第二节点反馈的成功消息后，根据成功消息向第二节点发送波束失败恢复响应；

步骤 S710：第二节点接收第一节点根据成功消息发送的波束失败恢复响应，并将波束失败恢复响应透明转发给第三节点。

在本实施例的一种示例性场景中，终端通过 RIS 接入基站，当基站侧发现当前链路质量急剧恶化时通知 RIS 开启波束自主轮扫过程。同时，终端在波束失败检测过程中发现当前波束失效，并发起了波束恢复流程，基站需要对 RIS 进行波束控制，以便终端能实现完整的波束恢复流程。

当基站发现 RIS 到终端的链路质量显著恶化后（例如 PDSCH 信道或者 PDCCH 信道的误块率 BLER 持续较高），基站发送波束控制信息给 RIS，该信息携带了单波束生效时间以及波束

行为信息（开启宽波束或者窄波束自主轮扫模式）。当收到该信息并反馈成功后，RIS 会在上述生效时间信息中按照给定的绝对生效时间或者相对生效间隔自主的选择波束生效。

终端在检测到当前波束失效并发现更好波束后，发送波束失败恢复请求（通过 PRACH 信道承载）并通过 RIS 直接透明转发给基站。当收到该请求后解析出来相应波束信息，基站发送波束控制信息给 RIS，该信息携带了单波束信息和生效时间以及波束行为信息（固定波束驻留模式）。当 RIS 收到该信息后反馈成功消息给网元，并在上述生效时间信息中按照给定的绝对生效时间或者相对生效间隔生效上述波束信息。当基站收到该反馈成功消息后且满足 RIS 新波束绝对生效时间或者相对生效间隔后，发送波束失败恢复响应给 RIS，并通过 RIS 直接透明转发给终端。终端收到该响应后，反馈该恢复响应消息，并通过 RIS 直接透明转发给基站。基站收到该反馈后，通过 MAC-CE 等方式下发波束信息重配，并通过 RIS 直接透明转发给终端。以此实现了完整的波束失败恢复过程。

第七实施例

可以理解，多用户终端通过节点接入网元，基于本申请实施例的方案，可以实现多用户处于连接态下，第二节点与第一节点的波束控制信息交互，包括多用户波束管理与调度。

如图 9 所示，为本实施例适用的通信系统的架构示意图。示例性的，第一节点为基站，第二节点为 RIS，第三节点、第四节点为终端，第三节点对应的是用户 A，第四节点对应的是用户 B。

如图 10 所示，为本申请第七实施例提供的信息传输方法的流程示意图，具体包括如下步骤：

步骤 S801：第一节点向第二节点发送第一波束控制消息，这里，第一波束控制消息包括第一波束行为信息和第三波束的波束信息。

步骤 S802：第二节点在接收第一节点发送的第一波束控制消息后，向第一节点反馈成功消息；

步骤 S803：第二节点根据第一波束控制消息执行固定波束驻留模式，使第三波束生效；

步骤 S804：第一节点向第二节点发送第二业务数据；

步骤 S805：第二节点通过第三波束将第二业务数据透明转发给第三节点；

步骤 S806：第一节点向第二节点发送第五波束控制消息，这里，第五波束控制消息包括第一波束行为信息和第四波束的波束信息，第四波束为待切换的波束；

步骤 S807：第二节点在接收第一节点发送的第五波束控制消息后，向第一节点反馈成功消息；

步骤 S808：第二节点根据第五波束控制消息执行固定波束驻留模式，使第四波束生效；

步骤 S809：第一节点向第二节点发送第三业务数据；

步骤 S810：第二节点通过第四波束将第三业务数据透明转发给第四节点。

在本实施例的一种示例性场景中，基站发送波束控制信息给 RIS，该信息携带了单波束信息、波束生效时间信息以及波束行为信息（执行固定波束驻留模式）。当 RIS 收到该信息后反馈成功消息给基站，并按照给定的生效绝对生效时间或者相对生效间隔生效上述波束信息。当基站收到该反馈成功消息后且满足 RIS 新波束绝对生效时间或者相对生效间隔后，给用户 A 进行业务信道数据调度，并通过 RIS 直接透明转发给用户 A。在满足 RIS 新波束绝对生效时间或者相对生效间隔后，基站停止对用户 A 进行业务信道数据调度。基站发送波束控

制信息给 RIS，该信息携带了单波束信息和生效时间以及波束行为信息（执行固定波束驻留模式）。当 RIS 收到该信息后反馈成功消息给基站，并按照给定的绝对生效时间或者相对生效间隔生效上述波束信息。当基站收到该反馈成功消息后且满足 RIS 新波束绝对生效时间或者相对生效间隔后，给终端 B 进行业务信道数据调度，并通过 RIS 直接透明转发给用户 B。在满足 RIS 新波束绝对生效时间或者相对生效间隔后，基站停止对用户 B 进行业务信道数据调度。具体实现中，可以对其他用户终端采用相同的流程，以此通过对 RIS 的波束控制实现对多用户终端的动态调度。

基站可以通过单次波束控制消息传递一个终端的波束信息以及生效时间，也可以通过单次波束控制消息传递多个终端的波束信息以及生效时间。当多个终端满足相同的 RIS 波束信息下，还可以一起进行动态调度，采用时分/频分的策略。

本申请实施例的方案，描述了一种第一节点到第二节点的波束控制消息交互流程，波束控制消息至少包括波束行为信息，以及可选的第二节点唯一标识、控制波束数目、波束信息、波束生效时间信息、波束行为信息。其中，波束信息包括波束标识或者波束绝对信息或者波束码本信息等。波束生效时间信息包括各个波束生效的绝对时间或者相对时间间隔，以及重复周期等。波束行为信息包括：执行固定波束驻留模式、执行固定多波束扫描模式、执行宽/窄波束自主轮扫模式、执行相邻宽/窄波束自主轮扫模式、终止波束扫描模式。

本申请实施例旨在，在一次第一节点与第二节点的信息交互过程中，尽可能传输更多有效的波束控制信息，在单次波束控制消息传输中描述了一段时间的波束更新行为、波束信息、持续时间等。本申请适用于各种非符号级同步/信息交互的通信场景，对单次传输时延不敏感，通过减少信息交互频率，提高信息传输效率，一定程度上降低整体通讯时延，同时降低功耗。

需说明的是，本申请实施例中尽管在附图中以特定的顺序描述操作，但是不应将其理解为要求按照所示的特定顺序或是串行顺序来执行这些操作，或是要求执行全部所示的操作以得到期望的结果。在特定环境中，多任务和并行处理可能是有利的。

另外，在本申请实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中未详述或记载的部分，可以参见其它实施例的相关描述。

本申请实施例还提供了一种第一节点，如图 11 所示，该第一节点 800 包括但不限于：

处理器 810 和存储器 820；

存储器 820 上存储有程序指令，程序指令当被处理器 810 执行时使得处理器 810 执行如上任意实施例描述的第一节点侧执行的信息传输方法。

上述处理器 810 和存储器 820 可以通过总线或者其他方式连接。

应能理解的是，该处理器 810 可以采用中央处理单元(Central Processing Unit, CPU)。该处理器还可以是其它通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor, DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现场可编程门矩阵(Field Programmable Gate Array, FPGA)或者其它可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。或者该处理器 810 采用一个或多个集成电路，用于执行相关程序，以实现本申请实施例所提供的技术方案。

存储器 820 作为一种非暂态计算机可读存储介质，可用于存储非暂态软件程序以及非暂态性计算机可执行程序，如本申请任意实施例描述的第一节点侧执行的信息传输方法。处理

器 810 通过运行存储在存储器 820 中的非暂态软件程序以及指令，从而实现上述的第一节点侧执行的信息传输方法。

存储器 820 可以包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序；存储数据区可存储执行上述的第一节点侧执行的信息传输方法。此外，存储器 820 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非暂态存储器，比如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非暂态固态存储器件。在一些实施方式中，存储器 820 可选包括相对于处理器 810 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至该处理器 810。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

实现上述的第一节点侧执行的信息传输方法所需的非暂态软件程序以及指令存储在存储器 820 中，当被一个或者多个处理器 810 执行时，执行本申请任意实施例提供的第一节点侧执行的信息传输方法。

本申请实施例还提供了一种第二节点，如图 12 所示，该第二节点 900 包括但不限于：

处理器 910 和存储器 920：

存储器 920 上存储有程序指令，程序指令当被处理器 910 执行时使得处理器 910 执行如上任一实施例描述的第二节点侧执行的信息传输方法。

上述处理器 910 和存储器 920 可以通过总线或者其他方式连接。

应能理解的是，该处理器 910 可以采用中央处理单元(Central Processing Unit, CPU)。该处理器还可以是其它通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor, DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现场可编程门阵列(Field Programmable Gate Array, FPGA)或者其它可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。或者该处理器 910 采用一个或多个集成电路，用于执行相关程序，以实现本申请实施例所提供的技术方案。

存储器 920 作为一种非暂态计算机可读存储介质，可用于存储非暂态软件程序以及非暂态性计算机可执行程序，如本申请任意实施例描述的第二节点侧执行的信息传输方法。处理器 910 通过运行存储在存储器 920 中的非暂态软件程序以及指令，从而实现上述的第二节点侧执行的信息传输方法。

存储器 920 可以包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序；存储数据区可存储执行上述的第二节点侧执行的信息传输方法。此外，存储器 920 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非暂态存储器，比如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非暂态固态存储器件。在一些实施方式中，存储器 920 可选包括相对于处理器 910 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至该处理器 910。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

实现上述的第二节点侧执行的信息传输方法所需的非暂态软件程序以及指令存储在存储器 920 中，当被一个或者多个处理器 910 执行时，执行本申请任意实施例提供的第二节点侧执行的信息传输方法。

本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质存储有程序指令，程序指令被计算机执行时，实现如上任一实施例描述的第二节点侧执行的信息传输方法。

本申请实施例的计算机存储介质，可以采用一个或多个计算机可读的介质的任意组合。

计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或者计算机可读存储介质。计算机可读存储介质例如可以是，但不限于，电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件，或者任意以上的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括：具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM 或闪存)、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本文件中，计算机可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质，该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。

计算机可读的信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号，其中承载了计算机可读的程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式，包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。计算机可读的信号介质还可以是计算机可读存储介质以外的任何计算机可读介质，该计算机可读介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。

计算机可读介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输，包括、但不限于无线、电线、光缆、RF 等等，或者上述的任意合适的组合。

可以以一种或多种程序设计语言或其组合来编写用于执行本申请操作的计算机程序代码，程序设计语言包括面向对象的程序设计语言—诸如 Java、Smalltalk、C++，还包括常规的过程式程序设计语言—诸如“C”语言或类似的程序设计语言。程序代码可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中，远程计算机可以通过任意种类的网络，包括局域网(LAN)或广域网(WAN)，连接到用户计算机，或者，可以连接到外部计算机(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。

需说明的是，本申请实施例中尽管在附图中以特定的顺序描述操作，但是不应将其理解为要求按照所示的特定顺序或是串行顺序来执行这些操作，或是要求执行全部所示的操作以得到期望的结果。在特定环境中，多任务和并行处理可能是有利的。

另外，在本申请实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中没有详述或记载的部分，可以参见其它实施例的相关描述。

以上是对本申请的若干实施进行了具体说明，但本申请并不局限于上述实施方式，熟悉本领域的技术人员在不违背本申请本质的共享条件下还可作出种种等同的变形或替换，这些等同的变形或替换均包括在本申请权利要求所限定的范围内。

权 利 要 求 书

1. 一种信息传输方法，应用于第一节点，所述方法包括：
向第二节点发送第一波束控制消息，其中，所述第一波束控制消息至少包括波束行为信息，所述波束行为信息用于指示待所述第二节点执行的波束控制行为。
2. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述波束行为信息包括以下之一：
第一波束行为信息，用于指示执行固定波束驻留模式；
第二波束行为信息，用于指示执行波束扫描模式；
第三波束行为信息，用于指示终止波束扫描模式。
3. 根据权利要求2所述的方法，其中，所述波束扫描模式包括以下至少之一：固定波束扫描模式，宽波束自主轮扫模式，窄波束自主轮扫模式，相邻宽波束自主轮扫模式，相邻窄波束自主轮扫模式。
4. 根据权利要求1-3任一所述的方法，其中，所述第一波束控制消息还包括至少一个波束的波束信息，其中，所述波束信息用于确定执行所述波束控制行为的波束：
所述波束信息包括以下至少之一：波束标识，波束角度信息，码本信息，天线模组信息，多波束信息，异性波束信息。
5. 根据权利要求1-3任一所述的方法，其中，所述第一波束控制消息还包括波束生效时间信息，所述波束生效时间信息用于指示执行所述波束控制行为的波束的生效时间：
所述波束生效时间信息包括以下至少之一：波束生效的绝对时间，波束失效的绝对时间，波束生效的重复周期，波束失效的重复周期，波束生效的相对时间间隔，波束失效的相对时间间隔。
6. 根据权利要求1-3任一所述的方法，其中，所述向第二节点发送第一波束控制消息通过以下任一种方式进行：
广播方式；
物理下行控制信道 PDCCH 传输方式；
物理下行共享信道 PDSCH 传输方式；
带外传输方式；
带内传输方式。
7. 根据权利要求2所述的方法，其中，当所述第一波束控制消息包括所述第二波束行为信息，所述方法还包括：
从所述第二节点接收来自第三节点的随机接入消息；
根据所述随机接入消息向所述第二节点发送第二波束控制消息，其中，所述第二波束控制消息包括所述第三波束行为信息，以使所述第二节点终止所述波束扫描模式；
接收所述第二节点发送的当前生效波束的波束信息；
根据所述当前生效波束的波束信息向所述第二节点发送随机接入响应消息，使得所述第二节点将所述随机接入响应消息透明转发给所述第三节点。
8. 根据权利要求2所述的方法，其中，当所述第一波束控制消息包括所述第一波束行为信息或者所述第二波束行为信息，所述方法还包括：
向所述第二节点发送波束测量请求，使得所述第二节点将所述波束测量请求透明转发给

第三节点；

从所述第二节点接收来自所述第三节点的波束质量信息，其中，所述波束质量信息为所述第三节点针对所述第二节点当前生效波束进行测量得到；

根据所述波束质量信息向所述第二节点发送第三波束控制消息，其中，所述第三波束控制消息包括所述第一波束行为信息和第一波束的波束信息，使得所述第二节点执行固定波束驻留模式，以及使所述第一波束在所述第二节点生效；

向所述第二节点发送第一业务数据，使得所述第二节点通过所述第一波束将所述第一业务数据透明转发给所述第三节点。

9. 根据权利要求2所述的方法，还包括：

在所述第二节点执行所述波束扫描模式的过程中，从所述第二节点接收来自第三节点的波束失败恢复请求，其中，所述波束失败恢复请求包括第二波束的波束信息，所述第二波束为所述第三节点请求恢复的波束；

根据所述波束失败恢复请求向所述第二节点发送第四波束控制消息，其中，所述第四波束控制消息包括所述第一波束行为信息和所述第二波束的波束信息，使得所述第二节点执行固定波束驻留模式，以及使所述第二波束在所述第二节点生效；

接收所述第二节点反馈的成功消息；

根据所述成功消息向所述第二节点发送波束失败恢复响应，使得所述第二节点将所述波束失败恢复响应透明转发给所述第三节点。

10. 根据权利要求2所述的方法，其中，当所述第一波束控制消息包括所述第一波束行为信息和第三波束的波束信息，所述方法还包括：

向所述第二节点发送第二业务数据，使得所述第二节点通过所述第三波束将所述第二业务数据透明转发给第三节点；

向所述第二节点发送第五波束控制消息，其中，所述第五波束控制消息包括所述第一波束行为信息和第四波束的波束信息，所述第四波束为待切换的波束，使得所述第二节点执行固定波束驻留模式，以及使所述第四波束在所述第二节点生效；

向所述第二节点发送第三业务数据，使得所述第二节点通过所述第四波束将所述第三业务数据透明转发给第四节点。

11. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述第一波束控制消息还包括公共信道信息，所述公共信道信息用于指示所述第二节点在与所述公共信道信息对应的信道上执行所述波束控制。

12. 一种信息传输方法，应用于第二节点，所述方法包括：

接收第一节点发送的第一波束控制消息，其中，所述第一波束控制消息至少包括波束行为信息，所述波束行为信息用于指示待执行的波束控制行为；

至少根据所述波束行为信息执行波束控制。

13. 根据权利要求12所述的方法，其中，所述波束行为信息包括以下之一：

第一波束行为信息，用于指示执行固定波束驻留模式；

第二波束行为信息，用于指示执行波束扫描模式；

第三波束行为信息，用于指示终止波束扫描模式。

14. 根据权利要求13所述的方法，其中，所述波束扫描模式包括以下至少之一：固定波

束扫描模式，宽波束自主轮扫模式，窄波束自主轮扫模式，相邻宽波束自主轮扫模式，相邻窄波束自主轮扫模式。

15. 根据权利要求 12 或 13 所述的方法，其中，所述第一波束控制消息还包括至少一个波束的波束信息，所述波束信息用于确定执行所述波束控制行为的波束；

所述波束信息包括以下至少之一：波束标识，波束角度信息，码本信息，天线模组信息，多波束信息，异性波束信息。

16. 根据权利要求 12 或 13 所述的方法，其中，所述第一波束控制消息还包括波束生效时间信息，所述波束生效时间信息用于指示执行所述波束控制行为的波束的生效时间；

所述波束生效时间信息包括以下至少之一：波束生效的绝对时间，波束失效的绝对时间，波束生效的重复周期，波束失效的重复周期，波束生效的相对时间间隔，波束失效的相对时间间隔。

17. 根据权利要求 13 所述的方法，其中，当所述第一波束控制消息包括所述第二波束行为信息，所述方法还包括：

在执行所述波束扫描模式的过程中，接收第三节点发送的随机接入消息，并将所述随机接入消息透明转发给所述第一节点；

接收所述第一节点根据所述随机接入消息发送的第二波束控制消息，所述第二波束控制消息包括所述第三波束行为信息；

根据所述第二波束控制消息终止所述波束扫描模式；

将当前生效波束的波束信息发送给所述第一节点；

接收所述第一节点根据所述当前生效波束的波束信息发送的随机接入响应消息，并将所述随机接入响应消息透明转发给所述第三节点。

18. 根据权利要求 13 所述的方法，其中，当所述第一波束控制消息包括所述第一波束行为信息或者所述第二波束行为信息，所述方法还包括：

在执行所述固定波束驻留模式或者所述波束扫描模式的过程中，接收所述第一节点发送的波束测量请求，并将所述波束测量请求透明转发给第三节点；

接收所述第三节点根据所述波束测量请求发送的波束质量信息，所述波束质量信息为所述第三节点针对所述第二节点当前生效波束进行测量得到；

将所述波束质量信息透明转发给所述第一节点；

接收所述第一节点根据所述波束质量信息发送的第三波束控制消息，所述第三波束控制消息包括所述第一波束行为信息和第一波束的波束信息；

根据所述第三波束控制消息执行固定波束驻留模式，使所述第一波束生效；

通过所述第一波束向所述第三节点透明转发来自所述第一节点的第一业务数据。

19. 根据权利要求 13 所述的方法，还包括：

在执行所述波束扫描模式的过程中，接收第三节点发送的波束失败恢复请求，并将所述波束失败恢复请求透明转发给所述第一节点，其中，所述波束失败恢复请求包括第二波束的波束信息，所述第二波束为所述第三节点请求恢复的波束；

接收所述第一节点根据所述波束失败恢复请求发送的第四波束控制消息，所述第四波束控制消息包括所述第一波束行为信息和所述第二波束的波束信息；

根据所述第四波束控制消息执行固定波束驻留模式，使所述第二波束生效；

向所述第一节点反馈成功消息；

接收所述第一节点根据所述成功消息发送的波束失败恢复响应，并将所述波束失败恢复响应透明转发给所述第三节点。

20. 根据权利要求13所述的方法，其中，当所述第一波束控制消息包括所述第一波束行为信息和第三波束的波束信息，所述方法还包括：

在执行固定波束驻留模式的过程中，通过所述第三波束向第三节点透明转发来自所述第一节点的第二业务数据；

接收所述第一节点发送的第五波束控制消息，所述第五波束控制消息包括所述第一波束行为信息和第四波束的波束信息，所述第四波束为待切换的波束；

根据所述第五波束控制消息执行固定波束驻留模式，使所述第四波束生效；

通过所述第四波束向第四节点透明转发来自所述第一节点的第三业务数据。

21. 根据权利要求12所述的方法，其中，所述第一波束控制消息还包括公共信道信息，所述公共信道信息用于指示在与所述公共信道信息对应的信道上执行所述波束控制。

22. 一种第一节点，包括：

处理器和存储器；

所述存储器上存储有程序指令，所述程序指令当被所述处理器执行时使得所述处理器执行权利要求1-11任一项所述的方法。

23. 一种第二节点，包括：

处理器和存储器；

所述存储器上存储有程序指令，所述程序指令当被所述处理器执行时使得所述处理器执行权利要求12-21任一项所述的方法。

24. 一种计算机可读存储介质，存储有程序指令，所述程序指令被计算机执行时，实现权利要求1-11任一项所述的方法，或者权利要求12-21任一项所述的方法。