

一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统

5 本申请要求于 2023 年 09 月 06 日提交中国专利局、申请号为 202311140109.0、
申请名称为“一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统”的中国专利申请的优先权，其全部内
容通过引用结合在本申请中。

技术领域

10 本申请涉及移动通信技术领域，尤其涉及一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统。

背景技术

漏缆是一种集信号传输、发射与接收功能一体，同时具有同轴电缆和天线的双重
作用，主要适用于隧道、巷道、地铁等狭长区域场景的覆盖。在构建基于漏缆的无线
通信系统时，由于运营商频段较多，漏缆通信系统需将多个频段信号进行集中传输时，
15 多个运营商频段馈入同一根漏缆后容易存在干扰，在实际的网络传输过程中，传输的
信号很容易受到异步或者多径衰落的传输信道的干扰，形成同频干扰或者邻频干扰。
这些干扰很容易导致整个移动通讯网络在传输过程中产生信号不稳定、噪音、杂音等。
此外，各个运营商的信源设备之间相互独立，又没有协同的通信控制步骤，不利于降
低同频或邻频干扰，又难以进一步提升 MIMO 系统容量。

20 目前，使用多根相同极化漏缆来实现 MIMO 系统，对漏缆间的间距要求较高，如果
相邻漏缆之间的间距不满足空间隔离要求，将严重影响到 MIMO 容量。但是，轨道交
通的有限的安装空间内还需要安装地铁专用漏缆、警用漏缆、光缆线架等等多种线缆和
设备，不同的无线通信系统的电缆之间为了避免干扰也需要一定的安装距离，这就造
成了漏缆的安装空间有限，又必须满足间隔距离，难以实现 2×2 以上的多数量的 MIMO
25 系统的部署。

发明内容

有鉴于此，本申请的目的在于提供了一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统。
第一方面，本申请实施例提供了一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，包括：多个
30 RRU（远端射频模块）设备、多个 POI（多系统接入合路平台）以及多根并排排列设置
的漏缆，且两两邻近的所述漏缆的辐射极化方向不同；所述 POI 信号连接所述漏缆，
每个所述 POI 与一根所述漏缆连接；所述 RRU 设备与所述 POI 信号连接，其中，5G/6G
制式的所述 RRU 设备信号连接所有所述 POI；2G/3G/4G 制式的所述 RRU 设备中信号存
在邻频干扰或互调干扰的所述 RRU 设备信号连接不同的所述 POI。
35 本实施例通过将相邻漏缆设置为辐射极化方向不同的漏缆，并将 POI 与漏缆连接，
RRU 设备与所述 POI 信号连接，并使 5G/6G 制式的所述 RRU 设备信号连接所有所述 POI；
2G/3G/4G 制式的所述 RRU 设备中信号存在邻频干扰或互调干扰的所述 RRU 设备信号连

接不同的所述 POI，实现减少不同漏缆的信号干扰，增加通信质量的效果。

在一些实施例中，还包括控制单元，连接于所述 RRU 设备和所述 POI 之间，所述控制单元用于接收来自所述多个 RRU 设备的不同运营商的不同制式且不同频段的信号，将 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号进行两两组合形成信号对，判断所述信号对是否会产生邻频干扰或互调干扰，并将 5G/6G 制式的不同频段的信号馈入所有 POI 中，将产生干扰的所述信号对中的所述 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号分别馈入不同 POI 之中。

进一步的，通过设置控制单元，并采用控制单元连接 RRU 设备和 POI，接收 RRU 侧发送的不同运营商、不同制式、不同频段的信号，将 5G/6G 制式的不同频段的信号馈入所有 POI，将 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号进行两两组合形成信号对，判断所述信号对是否会产生邻频干扰或互调干扰，将产生干扰的所述信号对中的所述 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号分别馈入不同 POI 之中，实现降低漏缆间的信号干扰。

在一些实施例中，所述控制单元还包括邻频干扰判断模块，所述邻频干扰判断模块用于获取所述信号对中第一信号的频段的第一频率上限和第一频率下限，以及第二信号的频段的第一频率上限和第一频率下限；根据第一频率上限小于第二频率上限，且第二频率下限与第一频率上限的差不大于 1MHz，或者根据第一频率上限大于第二频率上限，且第一频率下限与第二频率上限的差不大于 1MHz，确定所述信号对会产生邻频干扰。

进一步的，通过比较信号对中两信号的频率上限和频率下限，判断两信号对是否会产生邻频干扰，便于后续将会产生邻频干扰的两信号馈入间隔距离较远的不同漏缆中，以进一步降低干扰。

在一些实施例中，所述控制单元还包括互调干扰判断模块，所述互调干扰判断模块用于获取所述信号对中第一信号的频段的第一频率上限和第一频率下限，以及第二信号的频段的第一频率上限和第一频率下限；根据互调干扰公式 $|m_1F_1 \pm m_2F_2 \pm \dots \pm m_nF_n|$ 计算所述信号对产生互调干扰的频率，其中 $m_1 \pm m_2 \pm \dots \pm m_n + n \leq 9$ ， $m_n \leq 8$ ， $n \leq 9$ ， m_n 和 n 为正整数， F_n 为第一频率上限、第一频率下限、第二频率上限和第二频率下限中的任一个；根据上述产生互调干扰的频率落入来自不同运营商的不同制式且不同频段的信号的频段内，确定所述信号对会产生互调干扰。

进一步的，通过获取信号对中第一信号的频段的第一频率上限和第一频率下限，以及第二信号的频段的第一频率上限和第一频率下限，并结合互调干扰公式计算对第一信号、第二信号产生互调干扰的频率，若产生互调干扰的频率落入来自不同运营商的不同制式且不同频段的信号的频段内，则确定所述信号对会产生互调干扰，便于后续将会产生互调干扰的两信号馈入间隔距离较远的不同漏缆中，以进一步降低干扰。

在一些实施例中，所述控制单元与所述多个 POI 集成为一个单元；或者，所述多个 POI 集成为一个 POI 单元，所述控制单元连接于该 POI 单元和所述多个 RRU 设备之间。

进一步的，通过将控制单元与所述多个 POI 集成为一个单元，或多个 POI 集成为一个 POI 单元，将控制单元连接于该 POI 单元和所述多个 RRU 设备之间，实现简化结构，便于设备的安装与维护。

在一些实施例中，所述漏缆的极化方向为垂直极化、水平极化、+45° 极化或-45

° 极化。

进一步的，通过设置不同的漏缆的极化方向，使得漏缆之间的安装容许最小距离减小，从而节约了漏缆安装所需要的空间，也可以布置更多的漏缆，提升用户的接入数量，改善通信的质量。

5 在一些实施例中，2G/3G/4G 制式的所述 RRU 设备最多信号连接两个所述 POI。

进一步的，通过限制 2G/3G/4G 制式的所述 RRU 设备信号连接的 POI 的个数，降低了信号干扰，从而提升了通信质量。

在一些实施例中，多个所述漏缆的辐射极化方向按照水平极化、垂直极化的方式交替排布。

10 进一步的，通过让漏缆的辐射极化方向按水平极化、垂直极化的方式交替排布，减小了漏缆之间的最小容许距离，从而可以布置更多的漏缆，提升用户的接入数量，改善通信质量。

在一些实施例中，2G/3G/4G 制式的不同频段的信号两两组合形成信号对，且产生邻频干扰或互调干扰的所述信号对中的两个信号通过不同的 POI 分别馈入相同极化方式的不同漏缆中。

15 进一步的，通过 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号两两组合形成信号对，并将产生干扰的信号对中的两信号通过不同 POI 馈入相同极化方式的不同漏缆中，避免信号之间的干扰，增加通信的质量。

20 第二方面，本申请实施例中提供了一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，包括 RRU 设备、POI 和多条并排排列的漏缆，两两邻近的所述漏缆的辐射极化方向不同，所述 POI 信号连接所述漏缆；还包括：信号接收模块，连接所述 RRU 设备，用于接收来自 RRU 设备的不同运营商的不同制式且不同频段的信号；干扰组合筛选模块，连接信号接收模块，用于将 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号进行两两组合形成信号对，判断所述信号对是否会产生邻频干扰或互调干扰；漏缆馈入控制模块，连接干扰组合筛选模块、信号接收模块和所述 POI，用于将 5G/6G 制式的不同频段的信号通过所述 POI 馈入所有漏缆中，将产生干扰的所述信号对中的所述 2G、3G、4G 制式的不同频段的信号通过所述 POI 分别馈入不同漏缆之中。

30 进一步的，实现不同运营商 RRU 设备到 POI 输入端口的链路的设置和控制，避免邻频信号和产生干扰的信号馈入同一根漏缆，降低了信号的干扰，提升了通信质量。另外，两两邻近的所述漏缆的辐射极化方向不同，降低了对漏缆距离的要求，便于施工安装，也可以布置更多的漏缆，提升用户的接入数量，改善通信的质量。

35 第三方面，在本申请的实施例中提供了一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，包括联通、移动、电信的不同制式不同频段的 RRU 设备，第一 POI、第二 POI、第三 POI、第四 POI 和 4 条并排排列的漏缆，两两邻近的所述漏缆的辐射极化方向不同，每个 POI 设备单独连接一根漏缆；所述 RRU 设备中的所有 5G/6G RRU 设备信号连接所有 POI 设备，所述 RRU 设备中的信号产生邻频干扰或互调干扰的 2G/3G/4G RRU 设备信号连接不同的 POI 设备。

进一步的，通过设置各运营商不同制式不同频段的 RRU 设备，四条并排排列的漏缆，两两邻近的所述漏缆的辐射极化方向不同，每个 POI 设备单独连接一根漏缆，所

有 5G/6G RRU 设备信号连接所有 POI 设备，所述 RRU 设备中的信号产生邻频干扰或互调干扰的 2G/3G/4G RRU 设备信号连接不同的 POI 设备，实现减少信号干扰，增加通信质量的效果。

本申请所能达到的有益效果。

- 5 本申请中提供的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，可以适用 2G/3G/4G/5G/6G 信号的覆盖，通过接收来自不同运营商不同制式的信号，并将 2G/3G/4G 和/5G/6G 信号分开处理，5G/6G 制式的不同频段的信号馈入所有漏缆中，保证了 5G/6G 信号的功率，能提升 5G/6G 信号的网络覆盖和下载速率；将 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号进行两两组合形成信号对，判断所述信号对是否会产生邻频干扰或互调干扰，将产生干扰的
10 所述不同制式的信号的组合中的所述不同制式的信号分别馈入不同漏缆之中，一方面，可以避免邻频信号在同一根漏缆之间存在邻频干扰，或避免不同信号之间的互调干扰，降低了信号的干扰，提升了通信质量。另一方面，两两邻近的所述漏缆的辐射极化方向不同，使漏缆之间的安装容许最小距离减小，从而节约了漏缆安装所需要的空间，也可以布置更多的漏缆，提升用户的接入数量，改善通信的质量。
- 15 为使本申请的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举较佳实施例，并配合所附附图，作详细说明如下。

附图说明

- 图 1 示出了本申请一种地铁隧道漏缆 2G/3G/4G 敷设方案示意图；
20 图 2 示出了本申请一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统结构原理示意图；
图 3 示出了本申请一种具有控制单元的交叉极化漏缆 MIMO 通信系统结构原理示意图；
图 4 示出了本申请一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统的控制单元的结构原理示意图；
图 5 示出了本申请一种交叉极化漏缆 MIMO 通信控制方法的流程图；
25 图 6 示出了本申请一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统的结构原理示意图二；
图 7 示出了本申请一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统的控制单元的结构原理示意图二。

- 其中：1-通信机房、2-耦合器、3-功分器、4-漏缆、5-信源设备、6- POI（多系统接入合路平台）、7-电信 CDMA RRU、8-移动 FDD-LTE1.8 RRU、9-联通 FDD-LTE1.8 RRU、
30 10-电信 FDD-LTE2.1 RRU、11-移动 TD（E）RRU、12-移动 NR2.6 RRU、13-电信联通 NR3.5 RRU、14-第一 POI、15-第二 POI、16-第三 POI、17-第四 POI、18-第一垂直极化漏缆、19-第一水平极化漏缆、20-第二垂直极化漏缆、21-第二水平极化漏缆、22-信号接收模块、23-干扰组合筛选模块、24-漏缆馈入控制模块、25-控制单元、26-邻频干扰判断模块、27-互调干扰判断模块。

35

具体实施方式

本申请的说明书和权利要求书及附图中的术语“包含”与“包括”、“含有”或“特征在于”同义，并且是包括端点在内或是开放式的，并且不排除额外的未叙述的要素或方法步骤。“包含”是权利要求语言中使用的技术术语，意思指存在要素，但

也可以增加其它要素并且仍形成在权利要求范围内的构造或方法。

应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释，此外，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述，而不能理解为指示或暗示相对

5 重要性。本申请中术语“约”意味着包含由值的微小变化（至多 $\pm 10\%$ ）。

本申请已经发现在构建基于漏缆的无线通信系统时，由于运营商频段较多，漏缆通信系统需将多个频段信号进行集中传输时，多个运营商频段馈入同一根漏缆后容易存在干扰，在实际的网络传输过程中，传输的信号很容易受到异步或者多径衰落的传输信道的干扰，形成同频干扰或者邻频干扰。这些干扰很容易导致整个移动通讯网络在
10 传输过程中产生信号不稳定、噪音、杂音等。此外，各个运营商的信源设备之间相互独立，又没有协同的通信控制步骤，不利于降低同频或邻频干扰，又难以进一步提升 MIMO 系统容量。

同时，使用多根相同极化漏缆来实现 MIMO 系统，对漏缆间的间距要求较高，如果相邻漏缆之间的间距不满足空间隔离要求，将严重影响到 MIMO 容量。但是，轨道交通
15 的有限的安装空间内还需要安装地铁专用漏缆、警用漏缆、光缆线架等等多种线缆和设备，不同的无线通信系统的电缆之间为了避免干扰也需要一定的安装距离，这就造成了漏缆的安装空间有限，又必须满足间隔距离，难以实现 2×2 以上的多数量的 MIMO 系统的部署。

鉴于此，本申请实施例提供了一种降低干扰的交叉极化漏缆 MIMO 通信系统控制方法，包括步骤：接收来自不同运营商的不同制式且不同频段的信号；将 2G/3G/4G 制式的
20 的不同频段的信号进行两两组合形成信号对，判断信号对是否会产生邻频干扰或互调干扰；将 5G/6G 制式的不同频段的信号馈入所有漏缆中，将产生干扰的信号对中的 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号分别馈入不同漏缆之中，两两邻近的漏缆的辐射极化方向不同。

25 在本申请的其它实施例中，还提供了一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，包括：多个 RRU 设备、多个 POI 以及多根并排排列设置的漏缆，且两两邻近的漏缆的辐射极化方向不同；POI 信号连接漏缆，每个 POI 与一根漏缆连接；RRU 设备与 POI 信号连接，其中，5G/6G 制式的 RRU 设备信号连接所有 POI；2G/3G/4G 制式的 RRU 设备中信号存在邻频干扰或互调干扰的 RRU 设备信号连接不同的 POI。

30 本申请实施例中提供了一种降低干扰的交叉极化漏缆 MIMO 通信系统控制方法和一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，可以适用 2G/3G/4G/5G/6G 信号的覆盖，通过接收来自不同运营商不同制式的信号，并将 2G/3G/4G 和 5G/6G 信号分开处理，5G/6G 制式的不同频段的信号馈入所有漏缆中，保证了 5G/6G 信号的功率，能提升 5G/6G 信号的网络覆盖和下载速率；将 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号进行两两组合形成信号对，
35 判断信号对是否会产生邻频干扰或互调干扰，将产生干扰的不同制式的信号的组合中的不同制式的信号分别馈入不同漏缆之中，一方面，可以避免邻频信号在同一根漏缆之间存在邻频干扰，或避免不同信号之间的互调干扰，降低了信号的干扰，提升了通信质量。另一方面，两两邻近的漏缆的辐射极化方向不同，使漏缆之间的安装容许最小距离减小，从而节约了漏缆安装所需要的空间，也可以布置更多的漏缆，提升用户

的接入数量，改善通信的质量。

在本申请的其它实施例中还提供了一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，包括 RRU 设备、POI 和多条并排排列的漏缆，两两邻近的漏缆的辐射极化方向不同，POI 信号连接漏缆；还包括：信号接收模块，连接 RRU 设备，用于接收来自 RRU 设备的不同运营商的不同制式且不同频段的信号；干扰组合筛选模块，连接信号接收模块，用于将 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号进行两两组合形成信号对，判断信号对是否会产生邻频干扰或互调干扰；漏缆馈入控制模块，连接干扰组合筛选模块、信号接收模块和 POI，用于将 5G/6G 制式的不同频段的信号通过 POI 馈入所有漏缆中，将产生干扰的信号对中的 2G、3G、4G 制式的不同频段的信号通过 POI 分别馈入不同漏缆之中。

上述实施例中设置信号接收模块、干扰组合筛选模块、漏缆馈入控制模块，连接不同运营商的 RRU 设备接收来自不同运营商的不同制式的信号，将 5G/6G 制式的不同频段的信号馈入所有漏缆中，判断 2G/3G/4G 制式不同频段的信号之间组合是否会产生邻频干扰和互调干扰，将产生干扰的 2G/3G/4G 制式不同频段的信号通过 POI 分别馈入不同漏缆之中，实现不同运营商 RRU 设备到 POI 输入端口的链路的设置和控制，避免邻频信号和产生干扰的信号馈入同一根漏缆，降低了信号的干扰，提升了通信质量，同时保证了 5G/6G 信号的功率，能提升 5G/6G 信号的网络覆盖和下载速率。

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

在本文中提及“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是，本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

实施例 1

移动通信延续着每十年一代技术的发展规律，已历经 1G、2G、3G、4G、5G 的发展，下一代 6G 技术正在研发中，每一次代际跃迁，每一次技术进步，都极大地促进了产业升级和经济社会发展。漏缆是一种集信号传输、发射与接收功能一体的传输线缆，同时具有同轴电缆和天线的双重作用，主要适用于隧道、巷道、地铁等狭长区域场景的覆盖。目前，在狭长、密闭的室内环境中，一般采用部署漏缆的方式进行网络覆盖，例如地铁是当前大型城市的首选公共交通工具，环境复杂，人流量大，是运营商典型的室内数据热点场景，也是用户口碑评价和业务体验的关键场景，地铁成为通信网络覆盖的重点场景。漏缆通信系统需将多个频段信号进行集中传输，例如 2G 网络的中国移动的 GSM900MHz(上行 890-909MHz, 下行 935-954MHz)、EGSM900MHz(上行 885-890MHz, 下行 930-935MHz)、GSM1800MHz(上行 1710-1735MHz, 下行 1805-1830MHz)，中国联通的 GSM900MHz(上行 909-915MHz, 下行 954-960MHz)、GSM1800MHz(上行 1735-1755MHz, 下行 1830-1850MHz)，中国电信的 CDMA800MHz(上行 825-835MHz, 下行 870-880MHz)；3G 网络的中国移动的 TD-SCDMA 1880-1900MHz/2010-2025MHz，中国联通的 WCDMA:2100MHz(上行 1940-1965MHz, 下行 2130-2155MHz)，中国电信的 3GCDMA(上行

1920-1940MHz, 下行 2110-2130MHz); 4G 网络的中国移动的 FDD-LTE900MHz (上行 892-904MHz, 下行 937-949MHz)、TD-LTE 1880-1900MHz/2320-2370MHz/2575-2675MHz, 中国联通的 FDD-LTE (上行 1745-1765MHz, 下行 1840-1860MHz)、TD-LTE 2300-2320MHz/2555-2575MHz, 中国电信的 FDD-LTE (上行 1765-1780MHz, 下行 1860-1875MHz)、TD-LTE 2370-2390MHz/2635-2655MHz; 5G 网络的中国移动的 2.6GHz (2515MHz-2675MHz)/4.9GHz(4800MHz-4900MHz), 中国联通的 3.5GHz(3500-3600MHz), 中国电信的 3.5GHz (3400-3500MHz); 6G 网络的频段可以为 7025-7125MHz、6425-7025MHz、5925-7125MHz、10000-10500MHz。由于运营商频段较多, 难免出现在同一地理区域邻频共存的情形, 多个运营商频段馈入同一根漏缆后容易存在干扰, 例如中国联通 4G 频段 1840-1860MHz、中国电信 4G 频段 1860-1875MHz、中国移动 4G 频段 1880-1900MHz, 这几个频段相互紧挨着, 同时馈入同一根漏缆邻频干扰严重。再例如中国移动 TD-LTE 和已经大规模部署的 3G 网络的 TD-SCDMA 在同一地理区域邻频共存, 必然产生一定程度的干扰, 这些干扰很容易导致整个移动通讯网络在传输过程中产生信号不稳定、噪音、杂音等。

例如如图 1 中所示的地铁隧道漏缆 2G/3G/4G 敷设方案示意图, 通信机房 1 中设置各个运营商, 例如中国电信、中国联通、中国移动, 的不同制式、不同频段的信源设备 5 (例如 RRU 远端射频模块), 各个信源设备 5 的信源信号经 POI 6 (多系统接入合路平台) 后经耦合器 2 (设置耦合器 2 是为了便于信号传输到站厅或站台, 一路信号可以通过耦合器传输到站厅或站台, 实现对站厅或站台的覆盖) 和功分器 3、或者仅经过功分器 3 传递到漏缆 4, 利用漏缆覆盖隧道区间的通信。各个运营商的信源设备 5 之间相互独立, 又没有协同的通信控制步骤, 不利于降低同频或邻频干扰, 又难以进一步提升 MIMO 系统容量。

此外, 在 5G/6G 通信中, 多输入多输出 (MIMO) 是极为重要的一种技术, 其可以极大地提高信道容量, 在发送端和接收端都使用多根天线, 在收发之间构成多个信道的传输系统。图 1 中是 2×2 MIMO 系统, 目前, 使用多根漏缆来实现 MIMO, 但是, 由于多根漏缆采用相同极化方式, 当漏缆间的间距不满足空间隔离要求, 将严重影响到 MIMO 容量。

鉴于此, 本申请提供了一种降低干扰的漏缆 MIMO 通信系统, 如图 2 中所示, 包括不同运营商的不同频段的 RRU (Remote Radio Unite 远端射频模块), RRU 与 BBU (Building Baseband Unite 室内基带处理单元) 通过光纤进行信号的传输, BBU 一般集中放置在通信机房中。图 2 中包括各运营商的 RRU 单元, 包括电信 CDMA RRU 7、移动 FDD-LTE1.8 RRU 8、联通 FDD-LTE1.8 RRU 9、电信 FDD-LTE2.1 RRU 10、移动 TD (E) RRU 11 (即移动 TD-LTE E 频段 RRU)、移动 NR2.6 RRU 12、电信联通 NR3.5 RRU 13, 满足 2G/3G/4G/5G 的网络覆盖。由于 6G 还未正式投入, 故图 2 中未示意画出。电信 CDMA RRU 7 采用 800MHz 的频段, 频率范围是 825-835MHz/870-880MHz。移动 FDD-LTE1.8 RRU 8 采用 1.8GHz 的频段, 频率范围是 1710-1735MHz/1805-1830MHz。联通 FDD-LTE1.8 RRU 9 采用 1.8GHz 的频段, 频率范围是 1735-1765MHz/1830-1860MHz。电信 FDD-LTE2.1 RRU 10 采用 2.1GHz 的频段, 频率范围是 1920-1940MHz/2110-2130MHz。移动 TD (E) 即移动 TD-LTE 采用 E 频段, 移动 TD (E) RRU 11 采用 2.3GHz 的频段,

频率范围是 2320-2370MHz。移动 NR2.6 RRU 12 采用 2.6GHz 的频段，频率范围是 2515MHz-2675MHz。电信联通 NR3.5 RRU 13 采用 3.5GHz 的频段，频率范围是 3400-3500MHz 和 3500MHz-3600MHz。

电信 CDMA800 频率范围是 825-835MHz（上行）/870-880MHz（下行），其二次谐波（1650-1670MHz/1740-1760 MHz）和电信 FDD-LTE2.1（频率范围是 1920-1940MHz/2110-2130MHz）的三阶互调信号落入 3.5GHz 频段，可能对电信联通 NR3.5 产生无缘互调干扰，为了降低干扰，电信 CDMA RRU 7 和电信 FDD-LTE2.1 RRU 10 分开接入不同的 POI，例如电信 CDMA RRU 7 接入第一 POI 14 和第四 POI 17，电信 FDD-LTE2.1 RRU 10 接入第二 POI 15 和第三 POI 16。移动 FDD-LTE1.8（1710-1735MHz/1805-1830MHz）和联通 FDD-LTE1.8（1735-1765MHz/1830-1860MHz）频率紧邻，为了降低干扰，移动 FDD-LTE1.8 RRU 8 和联通 FDD-LTE1.8 RRU 9 分开接入不同的 POI，例如移动 FDD-LTE1.8 RRU 8 接入第一 POI 14 和第三 POI 16，联通 FDD-LTE1.8 RRU 9 接入第二 POI 15 和第四 POI 17。另外，为了降低干扰，电信 FDD-LTE2.1 RRU 10、移动 FDD-LTE1.8 RRU 8 和联通 FDD-LTE1.8 RRU 9 也尽量避免同路接入。

本申请中提供的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，包括联通、移动、电信的不同制式不同频段的 RRU 设备，第一 POI、第二 POI、第三 POI、第四 POI 和 4 条并排排列的漏缆，两两邻近的漏缆的辐射极化方向不同，每个 POI 设备单独连接一根漏缆；RRU 设备中的所有 5G/6G RRU 设备信号连接所有 POI 设备，RRU 设备中的信号产生邻频干扰或互调干扰的 2G/3G/4G RRU 设备信号连接不同的 POI 设备。

本实施例中的交叉极化漏缆 MIMO 通信系统对 RRU 和 POI 设备之间的连接进行改进。本实施例中，4 根交叉极化漏缆的情况下，不同运营商的每个 2G/3G/4G 的 RRU 设备最多只能连接两个 POI 设备，而不同运营商的每个 5G/6G RRU 设备连接所有的 POI 设备，也即每个 POI 设备连接所有不同营商的 5G/6G RRU 设备。如图 2 中所示，本实施例中，电信 CDMA RRU 7 连接第一 POI 14 和 第四 POI 17，从而可以将 CDMA800 制式信号馈入第一垂直极化漏缆 18 或第二水平极化漏缆 21；移动 FDD-LTE1.8 RRU 8 连接第一 POI 14 和 第三 POI 16，从而可以将移动 FDD-LTE1.8 制式信号馈入第一垂直极化漏缆 18 或第二垂直极化漏缆 20；联通 FDD-LTE1.8 RRU 9 连接第二 POI 15 和 第四 POI 17，从而可以将联通 FDD-LTE1.8 制式信号馈入第一水平极化漏缆 19 或第二水平极化漏缆 21；电信 FDD-LTE2.1 RRU 10 连接第二 POI 15 和 第三 POI 16，从而可以将电信 FDD-LTE2.1 制式信号馈入第一水平极化漏缆 19 或第二垂直极化漏缆 20；移动 TD（E）RRU 11 连接第三 POI 16 和 第四 POI 17，从而可以将移动 TD（E）制式信号馈入第二垂直极化漏缆 20 或第二水平极化漏缆 21；移动 NR2.6 RRU 12 连接第一 POI 14、第二 POI 15、第三 POI 16、第四 POI 17 从而可以将移动 NR2.6 制式信号馈入第一垂直极化漏缆 18、第一水平极化漏缆 19、第二垂直极化漏缆 20 或第二水平极化漏缆 21；电信联通 NR3.5 RRU 13 连接第一 POI 14、第二 POI 15、第三 POI 16、第四 POI 17 从而可以将电信联通 NR3.5 制式信号馈入第一垂直极化漏缆 18、第一水平极化漏缆 19、第二垂直极化漏缆 20 或第二水平极化漏缆 21。

如下表 1 中所示，图 2 中第一 POI 14 接入电信 CDMA RRU 7、移动 FDD-LTE1.8 RRU

8、移动 NR2.6 RRU 12、电信联通 NR3.5 RRU 13 的信号。第二 POI 15 接入联通 FDD-LTE1.8 RRU 9、电信 FDD-LTE2.1 RRU 10、移动 NR2.6 RRU 12、电信联通 NR3.5 RRU 13 的信号。第三 POI 16 接入移动 FDD-LTE1.8 RRU 8、电信 FDD-LTE2.1 RRU、移动 TD (E) RRU 11、移动 NR2.6 RRU 12、电信联通 NR3.5 RRU 13 的信号。第四 POI 17 接入电信 CDMA RRU 7、联通 FDD-LTE1.8 RRU 9、移动 TD (E) RRU 11、移动 NR2.6 RRU 12、电信联通 NR3.5 RRU 13 的信号。

表 1：四缆的分配方案连接表

接入系统	电信 CDMA	移动 FDD-LTE1.8	联通 FDD-LTE1.8	电信 FDD-LTE2.1	移动 TD (E)	移动 NR2.6	电信联通 NR3.5
POI1	T/RX	T/RX	——	——	——	T/RX	T/RX
POI2	——	——	T/RX	T/RX	——	T/RX	T/RX
POI3	——	T/RX	——	T/RX	T/RX	T/RX	T/RX
POI4	T/RX	——	T/RX	——	T/RX	T/RX	T/RX

本实施例中每根漏缆单独连接一个 POI 设备。如图 2 中所示，4 根漏缆对应 4 个 POI 设备，如图 2 中所示的第一 POI 14、第二 POI 15、第三 POI 16、第四 POI 17。

10 如图 2 中所示，第一 POI 14 连接第一垂直极化漏缆 18，第二 POI 15 连接第一水平极化漏缆 19，第三 POI 16 连接第二垂直极化漏缆 20，第四 POI 17 连接第二水平极化漏缆 21。

图 2 中不同运营商的 RRU 不同频段的制式信号通过一个 POI 合路后分别馈入一根漏缆中，例如信号经过第一 POI14 合路后馈入第一垂直极化漏缆 18，信号经过第二 POI15 合路后馈入第一水平极化漏缆 19，信号经过第三 POI16 合路后馈入第二垂直极化漏缆 20，信号经过第四 POI17 合路后馈入第二水平极化漏缆 21。

如图 2 中所示，漏缆 MIMO 系统中多根并排排列的漏缆之中的多根漏缆采用交叉极化漏缆组合，即两两邻近漏缆之间的辐射极化方向不同。例如，在本实施例中，采用 4 根漏缆，构成 4 收 4 发的 4×4MIMO 系统。第一根为垂直极化、第二根为水平极化、第三根为垂直极化、第四根为水平极化，如图 2 中所示，分别为第一垂直极化漏缆 18、第一水平极化漏缆 19、第二垂直极化漏缆 20、第二水平极化漏缆 21。

本实施例中，如图 2 中所示，因为有 4 根漏缆，每个 RRU 设备都要双路输出的话，难免有邻频信号要在同一根漏缆里面，但是为了降低干扰，至多一根漏缆里面有两个邻频信号。不同运营商的 2G/3G/4G 信号分开，分别与 5G/6G 信号通过 POI 合路后馈入不同的漏缆之中，且同一根漏缆最多只能馈入两家运营商的邻频频段，这样可以减小邻频信号在同一根漏缆之间存在邻频干扰。例如移动 FDD-LTE1.8 (1710-1735MHz/1805-1830MHz)和联通 FDD-LTE1.8(1735-1765MHz/1830-1860MHz)，这两个频段相互紧挨着，同时馈入同一根漏缆邻频干扰严重，因此需要分别与 5G/6G 信号合路后馈入不同的漏缆中。当存在 4 根漏缆且 4G 为单路信号时，移动 FDD-LTE1.8 和 5G/6G 频段通过 POI 合路后馈入第一垂直极化漏缆 18 中，联通 FDD-LTE1.8 和 5G/6G 频段通过 POI 合路后馈入第二水平极化漏缆 19 中。当 4G 信号为双路信号时，移动 FDD-LTE1.8 和 5G/6G 频段通过第一 POI14 和第三 POI16 分别合路后馈入第一垂直极化

漏缆 18 和第二垂直极化漏缆 20, 联通 FDD-LTE1.8 和 5G/6G 频段通过第二 POI15 和第四 POI17 分别合路后馈入第一水平极化漏缆 19 和第二水平极化漏缆 21。

在其它一些实施例中, 还可以根据布置场景的条件允许情况, 将 POI 设备的数量和漏缆的数量进行调整, 例如 3 根漏缆、5 根漏缆、6 根漏缆, 7 根漏缆、8 根漏缆, 9 根漏缆、10 根漏缆等等。一般, 地铁环境中, 除了通信漏缆之外, 轨道交通的有限的安装空间内还需要安装地铁专用漏缆、警用漏缆、光缆线架等多种线缆和设备, 不同的无线通信系统的电缆之间为了避免干扰也需要一定的安装距离, 在隧道存量场景下, 可以根据布置场景的空间允许情况和通信网络的实际需求, 将漏缆的数量进行调整。

此外, 漏缆的极化方向也不限于垂直极化、水平极化。漏缆槽孔辐射电场的方向即极化方向, 垂直于漏缆槽孔的宽边。在其它一些实施例中, 漏缆的极化方向可以有其它的一些设计的组合, 譬如漏缆还可以选择+45° 极化漏缆、-45° 极化漏缆等等, 只要两两邻近漏缆之间的辐射极化方向不同。

在一些实施例中, 采用 4 根漏缆, 其中第一根为垂直极化、第二根为水平极化、第三根为+45° 极化、第四根为-45° 极化。

在一些实施例子中, 采用 6 根漏缆, 其中第一根为垂直极化、第二根为水平极化、第三根为+45° 极化、第四根为-45° 极化、第五根为垂直极化、第六根为水平极化。

在一些实施例子中, 多个漏缆的辐射极化方向按照水平极化、垂直极化的方式交替排布。同样是采用 6 根漏缆, 其中第一根为垂直极化、第二根为水平极化、第三根为垂直极化、第四根为水平极化、第五根为垂直极化、第六根为水平极化。

根据 POI 设备的数量和漏缆的数量的调整, 在本申请中的一些实施例中提供了一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统, 包括: 多个 RRU 设备、多个 POI 以及多根并排排列设置的漏缆, 且两两邻近的漏缆的辐射极化方向不同。POI 信号连接漏缆, 每个 POI 与一根漏缆连接。RRU 设备与 POI 信号连接, 其中, 5G/6G 制式的 RRU 设备信号连接所有 POI; 2G/3G/4G 制式的 RRU 设备中信号存在邻频干扰或互调干扰的 RRU 设备信号连接不同的 POI。

本申请中的一些实施例中提供的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统, 如图 3 中所示, 还可以包括控制单元, 连接于 RRU 设备和 POI 之间。例如图 3 中所示的结构原理, 电信 CDMA RRU 7、移动 FDD-LTE1.8 RRU 8、联通 FDD-LTE1.8 RRU 9、电信 FDD-LTE2.1 RRU 10、移动 TD(E) RRU 11 (即移动 TD-LTE E 频段 RRU)、移动 NR2.6 RRU 12、电信联通 NR3.5 RRU 13 均连接到控制单元 25, 控制单元 25 信号连接第一 POI 14、第二 POI 15、, 第三 POI 16、第四 POI 17, 第一 POI 14 连接第一垂直极化漏缆 18, 第二 POI 15 连接第一水平极化漏缆 19, 第三 POI 16 连接第二垂直极化漏缆 20, 第四 POI 17 连接第二水平极化漏缆 21。控制单元 25 用于接收来自多个 RRU 设备的不同运营商的不同制式且不同频段的信号, 将 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号进行两两组合形成信号对, 判断信号对是否会产生邻频干扰或互调干扰, 并将 5G/6G 制式的不同频段的信号馈入所有 POI 中, 将产生干扰的信号对中的 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号分别馈入不同 POI 之中。

可选的, 产生干扰的信号对中的两个信号可以通过不同的 POI 分别馈入间隔设置

(非相邻设置)的不同漏缆中,以使得产生干扰的信号对馈入间隔距离较远的不同漏缆中,以进一步降低干扰。

5 较佳的,当多个漏缆的辐射极化方向按照水平极化、垂直极化的方式交替排布时,产生干扰的信号对中的两个信号可以通过不同的 POI 分别馈入相同极化方式的间隔设置的不同漏缆中。该设计方式可以使得产生干扰的信号对馈入间隔距离较远的不同漏缆中,以进一步降低干扰。

10 如图 4 中所示,其中,控制单元 25 还包括邻频干扰判断模块 26,邻频干扰判断模块 26 用于判断信号对是否会产生邻频干扰。具体的,邻频干扰判断模块 26 用于获取信号对中第一信号的频段的第一频率上限和第一频率下限,以及第二信号的频段的第二频率上限和第二频率下限;根据第一频率上限小于第二频率上限,且第二频率下限与第一频率上限的差不大于 1MHz,或者根据第一频率上限大于第二频率上限,且第一频率下限与第二频率上限的差不大于 1MHz,确定信号对会产生邻频干扰。

15 如图 4 中所示,其中,控制单元 25 还包括互调干扰判断模块 27,互调干扰判断模块 27 用于判断信号对是否会产生互调干扰。具体的,互调干扰判断模块 27 用于获取信号对中第一信号的频段的第一频率上限和第一频率下限,以及第二信号的频段的第二频率上限和第二频率下限;根据互调干扰公式 $|m_1F_1 \pm m_2F_2 \pm \dots \pm m_nF_n|$ 计算信号对产生互调干扰的频率,其中 $m_1 \pm m_2 \pm \dots \pm m_n + n \leq 9$, $m_n \leq 8$, $n \leq 9$, m_n 和 n 为正整数, F_n 为第一频率上限、第一频率下限、第二频率上限和第二频率下限中的任一个;根据上述产生互调干扰的频率落入来自不同运营商的不同制式且不同频段的信号的频段内,20 确定信号对会产生互调干扰。

当然,在其他实施例中,也可以通过人为或独立于交叉极化漏缆 MIMO 通信系统外的处理器,预先确定出会产生互调干扰或邻频干扰的信号对,进而确定出各个信号对对应的 RRU 设备和 POI 的连接方式。具体确定产生互调干扰或邻频干扰的信号对的方法与上述控制单元相同,在此不再赘述。此外,为了提高系统的集成度,在一些实施25 例中,控制单元可以与多个 POI 集成为一个单元。在一些实施例中,多个 POI 可以集成为一个 POI 单元,控制单元连接于该 POI 单元和多个 RRU 设备之间。

本申请中还提供了一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统的控制方法,特别是能降低不同运营商的邻频信号之间的干扰,如图 5 中所示的流程图,包括步骤:

30 S01:接收来自不同运营商的不同制式且不同频段的信号;
S02:将 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号进行两两组合形成信号对,判断信号对是否会产生邻频干扰或互调干扰;

S03:将 5G/6G 制式的不同频段的信号馈入所有漏缆中,将产生干扰的信号对中的 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号分别馈入不同漏缆之中,两两邻近的漏缆的辐射极化方向不同。

35 例如,电信 CDMA800 制式的信号和电信 FDD-LTE2.1 制式的信号组合会产生互调干扰,不能馈入同一根漏缆,电信 CDMA800 制式的信号接入第一 POI 14 和第四 POI 17,信号馈入第一垂直极化漏缆 18 和第二水平极化漏缆 21;电信 FDD-LTE2.1 制式的信号接入第二 POI 15 和第三 POI 16,信号馈入第一水平极化漏缆 19 和第二垂直极化漏缆 20。

例如，移动 FDD-LTE1.8 制式信号和联通 FDD-LTE1.8 制式的信号不能组合会产生邻频干扰，不能馈入同一根漏缆，移动 FDD-LTE1.8 制式信号接入第一 POI 14 和第三 POI 16，信号馈入第一垂直极化漏缆 18 和第二垂直极化漏缆 20；联通 FDD-LTE1.8 制式信号接入第二 POI 15 和第四 POI 17，信号馈入第一水平极化漏缆 19 和第二水平极化漏缆 21。

其中步骤 S02 中，邻频的计算方法为两个不同制式且不同频段信号高频段的下限频率与低频段的上限频率之差 $\leq 1\text{MHz}$ 。具体，判断信号对是否会产生邻频干扰包括步骤：获取信号对中第一信号的频段的第一频率上限和第一频率下限，以及第二信号的频段的第二频率上限和第二频率下限；根据第一频率上限小于第二频率上限，且第二频率下限与第一频率上限的差不大于 1MHz ，确定信号对会产生邻频干扰；或者根据第一频率上限大于第二频率上限，且第一频率下限与第二频率上限的差不大于 1MHz ，确定信号对会产生邻频干扰。

步骤 S02 中，判断信号对是否会产生互调干扰包括步骤：获取信号对中第一信号的频段的第一频率上限和第一频率下限，以及第二信号的频段的第二频率上限和第二频率下限；根据互调干扰公式 $|m_1F_1 \pm m_2F_2 \pm \dots \pm m_nF_n|$ 计算信号对产生互调干扰的频率，其中 $m_1 \pm m_2 \dots \pm m_n + n \leq 9$ ， $m_n \leq 8$ ， $n \leq 9$ ， m_n 和 n 为正整数， F_n 为第一频率上限、第一频率下限、第二频率上限和第二频率下限中的任一个。

本实施例中提供的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，可以适用 2G/3G/4G/5G/6G 信号的覆盖，通过接收来自不同运营商不同制式且不同频段的信号，并将 2G/3G/4G 和 5G/6G 信号分开处理，5G/6G 制式的不同频段的信号馈入所有漏缆中，保证了 5G/6G 信号的功率，能提升 5G/6G 信号的网络覆盖和下载速率；将 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号进行两两组合形成信号对，判断信号对是否会产生邻频干扰或互调干扰，将产生干扰的不同制式的信号的组合中的不同制式的信号分别馈入不同漏缆之中，一方面，可以避免邻频信号在同一根漏缆之间存在邻频干扰，或避免不同信号之间的互调干扰，降低了信号的干扰，提升了通信质量。另一方面，两两邻近的漏缆的辐射极化方向不同，使漏缆之间的安装容许最小距离减小，从而节约了漏缆安装所需要的空间，也可以布置更多的漏缆，提升用户的接入数量，改善通信的质量。

实施例 2：

在其它一些实施例中，POI 设备的数量可以合并，例如多个 POI 集成为一个 POI 单元，例如仅有一个 POI，POI 6 中可以包含多个 POI 输出单元，每个 POI 输出单元对应一根漏缆，将多路 RRU 信号下行合路输出，接收上行信号分路输出至相应接收机的一种设备。

如图 6 中所示降低干扰的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，满足 2G/3G/4G/5G/6G 的覆盖需要，包括 RRU 设备、POI 6（多系统接入合路平台）和多个漏缆。RRU 设备包括电信 CDMA RRU 7、移动 FDD-LTE1.8 RRU 8、联通 FDD-LTE1.8 RRU 9、电信 FDD-LTE2.1 RRU 10、移动 TD (E) RRU 11、移动 NR2.6 RRU 12、电信联通 NR3.5 RRU 13。本示例中，漏缆设置为 4 个，仍然为第一垂直极化漏缆 18、第一水平极化漏缆 19、第二垂直极化漏缆 20、第二水平极化漏缆 21。两两邻近的漏缆的辐射极化方向不同。对应的 POI 6 中包含 4 个 POI 输出单元，每个 POI 输出单元对应一根漏缆。至于漏缆的极化

方案的其它一些内容，可以参照实施例 1 中的描述，这里不再赘述。

在其它一些实施例中，也可以将 POI 设备分为 4 个，例如第一 POI 14、第二 POI 15、第三 POI 16、第四 POI 17，如上面图 2 中所示，第一 POI 14 连接第一垂直极化漏缆 18，第二 POI 15 连接第一水平极化漏缆 19，第三 POI 16 连接第二垂直极化漏缆 20，第四 POI 17 连接第二水平极化漏缆 21。其余内容参照实施例 1 中的描述，这里不再赘述。

如图 6 中所示，本实施例中还包括信号接收模块 22、干扰组合筛选模块 23 和漏缆馈入控制模块 24。电信 CDMA RRU 7、移动 FDD-LTE1.8 RRU 8、联通 FDD-LTE1.8 RRU 9、电信 FDD-LTE2.1 RRU 10、移动 TD (E) RRU 11、移动 NR2.6 RRU 12、电信联通 NR3.5 RRU 13 均信号连接到信号接收模块 22，信号接收模块 22 信号连接干扰组合筛选模块 23 和漏缆馈入控制模块 24，干扰组合筛选模块 23 信号连接漏缆馈入控制模块 24，漏缆馈入控制模块 24 信号连接 POI 6，例如漏缆馈入控制模块 24 连接 POI 6 中与每根漏缆对应的 POI 输出单元。POI 6 信号连接多个漏缆。信号接收模块 22，用于接收来自不同运营商的不同制式的信号。干扰组合筛选模块 23，用于将 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号进行两两组合形成信号对，判断信号对是否会产生邻频干扰或互调干扰。漏缆馈入控制模块 24，连接干扰组合筛选模块 23、信号接收模块 22 和 POI 6，用于将 5G/6G 制式的不同频段的信号馈入 POI 6 中的所有 POI 输出单元，从而馈入所有漏缆中，将产生干扰的信号对中的 2G、3G、4G 制式的不同频段的信号分别馈入 POI 6 中不同的 POI 输出单元，从而馈入不同漏缆之中。

如图 7 中所示，信号接收模块 22、干扰组合筛选模块 23 和漏缆馈入控制模块 24 可以集成为一个模块，例如为一个控制单元 25。其中干扰组合筛选模块 23 还包括邻频干扰判断模块 26。邻频干扰判断模块 26 用于判断信号对是否会产生邻频干扰。具体邻频干扰判断模块 26 用于获取信号对中第一信号的频段的第一频率上限和第一频率下限，以及第二信号的频段的第一频率上限和第一频率下限；根据第一频率上限小于第二频率上限，且第二频率下限与第一频率上限的差不大于 1MHz，或者根据第一频率上限大于第二频率上限，且第一频率下限与第二频率上限的差不大于 1MHz，确定信号对会产生邻频干扰。其中干扰组合筛选模块 23 还包括互调干扰判断模块 27。互调干扰判断模块 27 用于判断信号对是否会产生互调干扰。具体互调干扰判断模块 27 用于获取信号对中第一信号的频段的第一频率上限和第一频率下限，以及第二信号的频段的第二频率上限和第一频率下限；根据互调干扰公式 $|m_1F_1 \pm m_2F_2 \pm \dots \pm m_nF_n|$ 计算信号对产生互调干扰的频率，其中 $m_1 \pm m_2 \pm \dots \pm m_n + n \leq 9$ ， $m_n \leq 8$ ， $n \leq 9$ ， m_n 和 n 为正整数， F_n 为第一频率上限、第一频率下限、第二频率上限和第一频率下限中的任一个；根据上述产生互调干扰的频率落入来自不同运营商的不同制式且不同频段的信号的频段内，确定信号对会产生互调干扰。

图 6 中的实施例中信号接收、干扰组合筛选、漏缆馈入控制等模块化，而图 2 中为了便于理解本申请的意图，将信号接收、干扰组合筛选、漏缆馈入控制直接用同轴电缆连线表示，固定为了一种设置结构。也可以这样理解，图 2 实施例仅是图 6 实施例便于理解的一种设置的固化。

本实施例中信号接收模块 22、干扰组合筛选模块 23、漏缆馈入控制模块 24 可以

是基于处理器的控制电路，制成 PCB 板的结构。处理器可以是 MCU（微控制单元）、SCM（单片机）、中央处理单元(CPU)、数字信号处理器(DSP)或者具有数据处理能力和/或程序执行能力的其它形式的处理单元（例如现场可编程门阵列(FPGA)等）。例如中央处理单元(CPU)可以为 X86 或 ARM 架构等。处理器可以为通用处理器或专用处理器。

5 通过处理器控制筛选出产生干扰（邻频干扰和互调干扰）的组合，并控制干扰组合中的不同信号进入不同的漏缆，实现路径配置，例如配置为图 2 中的通路。在一些实施例中信号接收模块 22、干扰组合筛选模块 23、漏缆馈入控制模块 24 中的至少一个可以和 POI 设备设置为一体，或者仅是 POI 设备中的一个软件/硬件模块。其它模块或者描述参见实施例 1，这里不再赘述。

10 本实施例中提供的降低干扰的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，满足 2G/3G/4G/5G/6G 信号的覆盖，并且设置信号接收模块 22、干扰组合筛选模块 23、漏缆馈入控制模块 24，连接不同运营商的 RRU 设备接收来自不同运营商的不同制式且不同频段的信号，将 5G/6G 制式的不同频段的信号馈入所有漏缆中，并判断 2G/3G/4G 的不同频段的信号之间两两组合是否会产生邻频干扰和互调干扰，将产生干扰的
15 2G/3G/4G 的不同频段的信号的组合中的不同制式且不同频率的信号通过 POI 分别馈入不同漏缆之中，实现不同运营商 RRU 设备到 POI 输入端口的链路的设置和控制，避免邻频信号和产生干扰的信号馈入同一根漏缆，降低了信号的干扰，提升了通信质量。另外，两两邻近的漏缆的辐射极化方向不同，降低了对漏缆距离的要求，便于施工安装，也可以布置更多的漏缆，提升用户的接入数量，改善通信的质量。

20 以上对本申请实施例进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本申请的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上，本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

权利要求书

1、一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，其特征在于，包括：多个 RRU 设备、多个 POI 以及多根并排排列设置的漏缆，且两两相邻的所述漏缆的辐射极化方向不同；

所述 POI 信号连接所述漏缆，每个所述 POI 与一根所述漏缆信号连接；

5 所述 RRU 设备与所述 POI 信号连接，其中，5G/6G 制式的所述 RRU 设备信号连接所有所述 POI；2G/3G/4G 制式的所述 RRU 设备中信号存在邻频干扰或互调干扰的所述 RRU 设备信号连接不同的所述 POI。

2、根据权利要求 1 所述的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，其特征在于，还包括控制单元，连接于所述 RRU 设备和所述 POI 之间，所述控制单元用于接收来自所述
10 多个 RRU 设备的不同运营商的不同制式且不同频段的信号，将 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号进行两两组合形成信号对，判断所述信号对是否会产生邻频干扰或互调干扰，并将 5G/6G 制式的不同频段的信号馈入所有 POI 中，将产生干扰的所述信号对中的所述 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号分别馈入不同 POI 之中。

3、根据权利要求 2 所述的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，其特征在于，所述
15 控制单元还包括邻频干扰判断模块，所述邻频干扰判断模块用于获取所述信号对中第一信号的频段的第一频率上限和第一频率下限，以及第二信号的频段的第二频率上限和第二频率下限；根据第一频率上限小于第二频率上限，且第二频率下限与第一频率上限的差不大于 1MHz，或者根据第一频率上限大于第二频率上限，且第一频率下限与第二频率上限的差不大于 1MHz，确定所述信号对会产生邻频干扰。

20 4、根据权利要求 2 或 3 所述的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，其特征在于，所述控制单元还包括互调干扰判断模块，所述互调干扰判断模块用于获取所述信号对中第一信号的频段的第一频率上限和第一频率下限，以及第二信号的频段的第二频率上限和第二频率下限；根据互调干扰公式 $|m_1F_1 \pm m_2F_2 \pm \dots \pm m_nF_n|$ 计算所述信号对产生互调干扰的频率，其中 $m_1 \pm m_2 \dots \pm m_n + n \leq 9$ ， $m_n \leq 8$ ， $n \leq 9$ ， m_n 和 n 为正整数， F_n
25 为第一频率上限、第一频率下限、第二频率上限和第二频率下限中的任一个；根据上述产生互调干扰的频率落入来自不同运营商的不同制式且不同频段的信号的频段内，确定所述信号对会产生互调干扰。

5、根据权利要求 2 至 4 中任一项所述的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，其特征在于，所述控制单元与所述多个 POI 集成为一个单元；或者，所述多个 POI 集成为一个
30 一个 POI 单元，所述控制单元连接于所述多个 RRU 设备与该 POI 单元之间。

6、根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，其特征在于，2G/3G/4G 制式的所述 RRU 设备最多信号连接两个所述 POI。

7、根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，其特征在于，所述漏缆的极化方向为垂直极化、水平极化、+45° 极化或-45° 极化。

35 8、根据权利要求 1 或 7 中任一项所述的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，其特征在于，多个所述漏缆的辐射极化方向按照水平极化、垂直极化的方式交替排布。

9、根据权利要求 8 所述的一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，其特征在于，

2G/3G/4G 制式的不同频段的信号两两组合形成信号对，且产生邻频干扰或互调干扰的所述信号对中的两个信号通过不同的 POI 分别馈入相同极化方式的不同漏缆中。

10、一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，其特征在于，包括 RRU 设备、POI 和多条并排排列的漏缆，两两相邻的所述漏缆的辐射极化方向不同，所述 POI 信号连接所述漏缆；

5 还包括：信号接收模块，连接所述 RRU 设备，用于接收来自 RRU 设备的不同运营商的不同制式且不同频段的信号；

干扰组合筛选模块，连接信号接收模块，用于将 2G/3G/4G 制式的不同频段的信号进行两两组合形成信号对，判断所述信号对是否会产生邻频干扰或互调干扰；

10 漏缆馈入控制模块，连接干扰组合筛选模块、信号接收模块和所述 POI，用于将 5G/6G 制式的不同频段的信号通过所述 POI 馈入所有所述漏缆，将产生干扰的所述信号对中的所述 2G、3G、4G 制式的不同频段的信号通过所述 POI 分别馈入不同的所述漏缆。

15 11、一种交叉极化漏缆 MIMO 通信系统，其特征在于，包括联通、移动、电信的不同制式不同频段的 RRU 设备，第一 POI、第二 POI、第三 POI、第四 POI 和 4 条并排排列的漏缆，两两相邻的所述漏缆的辐射极化方向不同，每个 POI 设备单独连接一根所述漏缆；

所述 RRU 设备中的所有 5G /6GRRU 设备信号连接所有 POI 设备，所述 RRU 设备中的信号产生邻频干扰或互调干扰的 2G/3G/4G RRU 设备信号连接不同的 POI 设备。