

漏泄同轴电缆与通信系统

5 本申请要求于 2021 年 11 月 25 提交国家知识产权局、申请号为 202111414724.7、申请名称为“漏泄同轴电缆与通信系统”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 本申请实施例涉及漏泄同轴电缆技术领域，更具体地，涉及一种漏泄同轴电缆与通信系统。

背景技术

15 漏泄同轴电缆是由内导体、绝缘介质与外导体组成。电磁波在漏泄同轴电缆内传播时利用在外导体开设的多个漏泄孔，实现向外传播电磁波。

漏泄同轴电缆能够广泛应用于煤矿、矿井、隧道、地铁等工作环境之中。不同的工作环境均会要求漏泄同轴电缆具备一定的覆盖距离。但是，部分工作环境会出于安全性考虑，要求漏泄同轴电缆的输入功率不能过高，这会导致漏泄同轴电缆的覆盖距离较短。

20 因此，亟需一种能够满足在输入功率不需太高时覆盖距离长等要求的漏泄同轴电缆。

发明内容

本申请实施例提供一种漏泄同轴电缆与通信系统，能够满足在输入功率不需太高时覆盖距离长等要求。

25 第一方面，提供了一种漏泄同轴电缆，包括：内导体，绝缘层，以及外导体；该绝缘层用于分隔内导体与外导体；外导体包括 M 个开孔段与 N 个非开孔段，M 个开孔段与 N 个非开孔段之间交替排布，M 个开孔段中至少一个开孔段包括至少三个漏泄孔，该至少一个开孔段中的每个开孔段内的漏泄孔间距相同，M、N 为大于或等于 1 的正整数。

30 通过设置漏泄同轴电缆的外导体上的开孔段与非开孔段的布置方式，以及开孔段内漏泄孔位置的布置方式，具体地，将外导体分为 M 个开孔段与 N 个非开孔段，且 M 个开孔段与 N 个非开孔段之间交替排布，且该 M 个开孔段中至少一个开孔段包括至少三个漏泄孔，且包括至少三个漏泄孔的开孔段中的每个开孔段内的漏泄孔间距相同，如此，可以实现在满足输入功率不高的条件下，以易于加工的方式制备覆盖距离长的漏泄同轴电缆，满足客户的低成本与易加工的需求。

35 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该 N 个非开孔段中多个非开孔段的长度相同，该 M 个开孔段中多个连续的开孔段的长度沿轴向递增。

应理解，该 N 个非开孔段中多个非开孔段的长度相同与该 M 个开孔段中多个开孔段的长度沿轴向递增，可以理解为： $X_1 < X_2 < X_3$ ， $Y_1 = Y_2 = Y_3$ ，或者， $X_1 < X_2 < X_3$ ， $Y_2 = Y_3 = Y_4$ ，或者， $X_1 < X_2 < X_3$ ， $Y_5 = Y_6 = Y_7$ ，本申请实施例对此不做具体限定。其中，X 表示开孔段，Y 表示非开孔段，数字下标表示与开孔段、非开孔段分别对应的编号。

应理解,该多个非开孔段的数量可以是该 N 个非开孔段的部分非开孔段,也可以是全部非开孔段,该多个开孔段的数量可以是该 M 个开孔段的部分开孔段,也可以是全部开孔段,该多个非开孔段可以是连续的非开孔段,例如,前述的 $Y_1=Y_2=Y_3$,也可以是非连续的非开孔段,例如, $Y_1=Y_4=Y_6$,本申请实施例对此不作具体限定。

5 通过调整多个开孔段的布置方式,以及开孔段内漏泄孔位置的布置方式,本申请实施例通过上述的漏泄同轴电缆,能够满足在输入功率不高时,也能实现获取较长的覆盖距离等要求。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该多个非开孔段为连续的非开孔段。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该 M 个开孔段中多个开孔段的长度
10 相同,该 N 个非开孔段中多个连续的非开孔段的长度沿轴向递减。

应理解,该 M 个开孔段中的多个开孔段的长度相同与该 N 个非开孔段中的多个非开孔段的长度沿轴向递减,可以理解为: $X_1=X_2=X_3$, $Y_1>Y_2>Y_3$; 或者, $X_1=X_2=X_3$, $Y_5>Y_6>Y_7$, 或者, $X_1=X_2=X_3$, $Y_2>Y_3>Y_4$, 或者, $X_1=X_3=X_6$, $Y_1>Y_2>Y_3$, 本申请实施例对此不做具体限定。其中, X 表示开孔段, Y 表示非开孔段, 数字下标表示与开孔段、
15 非开孔段分别对应的编号。

应理解,该多个非开孔段的数量可以是该 N 个非开孔段的的部分非开孔段,也可以是全部的非开孔段,该多个开孔段的数量可以是该 M 个开孔段的的部分的开孔段,也可以是全部的开孔段,该多个开孔段可以是连续的开孔段,例如,前述的 $X_1=X_2=X_3$,也可以是非连续的开孔段,例如, $X_1=X_4=X_6$, 本申请实施例对此不作具体限定。

20 通过调整多个开孔段的布置方式,以及开孔段内漏泄孔位置的布置方式,本申请实施例通过上述的漏泄同轴电缆,能够满足在输入功率不高时,也能实现获取较长的覆盖距离等要求。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该多个开孔段为连续的开孔段。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该 M 个开孔段中多个连续的开孔段
25 的长度沿轴向递增,该 N 个非开孔段中多个连续的非开孔段的长度沿所述轴向递减。

应理解,该 M 个开孔段中的多个开孔段的长度沿轴向递增与该 N 个非开孔段中的多个非开孔段的长度沿轴向递减,可以理解为: $X_1<X_2<X_3$, $Y_1>Y_2>Y_3$; 或者, $X_1<X_2<X_3$, $Y_5>Y_6>Y_7$, 或者, $X_1<X_2<X_3$, $Y_2>Y_3>Y_4$, 本申请实施例对此不做具体限定。其中, X 表示开孔段, Y 表示非开孔段, 数字下标表示与开孔段、非开孔段分别对应的编号。

30 应理解,该多个非开孔段的数量可以是该 N 个非开孔段的部分非开孔段,也可以是全部非开孔段,该多个开孔段的数量可以是该 M 个开孔段的部分开孔段,也可以是全部开孔段,本申请实施例对此不作具体限定。

通过调整多个开孔段的布置方式,以及开孔段内漏泄孔位置的布置方式,本申请实施例通过上述的漏泄同轴电缆,能够满足在输入功率不高时,也能实现获取较长的覆盖距离
35 等要求。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该至少一个开孔段中所有开孔段内的漏泄孔间距均相同。

通过使该漏泄同轴电缆的包括三个以上漏泄孔的开孔段内的孔间距都相同,本申请实施例能够使得加工工艺更为简便,以及使得模板能够重复使用。

40 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该所述漏泄同轴电缆还包括外层保护

套，该外层保护套用于保护外导体。

第二方面，提供了一种通信系统，包括：中心节点设备与第一收发设备，该中心节点设备与第一收发设备连接，该第一收发设备与至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第一端口连接。

- 5 通过上述通信系统，本申请实施例利用漏泄同轴电缆将第一收发设备的信号延伸至煤矿综采面、煤矿巷道等环境中，并在发射功率约束情况下，实现综采面的全覆盖，这可以有效解决遮挡问题，采用前述的至少一个漏泄同轴电缆，本申请实施例能够有效提高信号延伸的距离。

- 10 结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该通信系统还包括：第一连接设备，用于连接第一收发设备与该至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第一端口。

通过使用第一连接设备的一端连接收发设备，另一端连接第一收发设备的一个或多个端口，本申请实施例能够一方面提升第一收发设备以及漏泄同轴电缆设计的灵活性，另一方面，也能够通过连接第一收发设备的多个端口提升信号功率。

- 15 结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该通信系统还包括：第二收发设备，该第二收发设备与中心节点设备连接，其中，第二收发设备与该至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第二端口连接。

- 20 通过采用两个收发设备，且将第一收发设备与第二收发设备分别部署在中心节点设备的两侧，且第一收发设备与第二收发设备之间通过前述的至少一个漏泄同轴电缆连接。如此，本申请实施例能够有效延长该通信系统的覆盖范围，例如，通过采用上述通信系统，本申请实施例能够有效覆盖更长的煤矿综采面。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该通信系统还包括：第二连接设备，用于连接第二收发设备与该至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第二端口。

- 25 通过上述通信系统或者部署方案，本申请实施例通过第二连接设备的一端连接漏泄同轴电缆，另外一端连接第二收发设备的一个或者多个端口，如此，一方面提升收发设备及漏泄同轴电缆设计的灵活性，另一方面连接多个端口时提升信号功率。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该通信系统还包括：第二收发设备，该第二收发设备与中心节点设备连接，该第二收发设备通过第一连接设备与至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第一端口连接。

- 30 通过上述通信系统或者部署方案，本申请实施例通过第一连接设备的一端连接漏泄同轴电缆，另外一端连接第一收发设备和第二收发设备的一个或者多个端口，如此，一方面提升收发设备及漏泄同轴电缆设计的灵活性，另一方面连接多个端口时提升信号功率。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，第一收发设备与第二收发设备使用不同的频点进行信号辐射；或者，第一收发设备与第二收发设备使用相同的频点进行信号辐射。

- 35 通过上述通信系统或者部署方案，本申请实施例在第一收发设备与第二收发设备使用不同频点时，可以大幅度提升信号带宽，进而提升吞吐量，或者，本申请实施例在第一收发设备与第二收发设备采用相同频点时，可以提升信号功率及信噪比。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，前述的至少一个漏泄同轴电缆为第一方面以及第一方面的任一种可能实现方式中任一项所述的漏泄同轴电缆。

- 40 第三方面，提供了一种通信系统，包括：中心节点设备与第一收发设备，该中心节点

设备与第一收发设备连接，该第一收发设备与第一方面以及第一方面的任一种可能实现方式中任一项所述的漏泄同轴电缆中的每个漏泄同轴电缆的第一端口连接。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该通信系统还包括：第一连接设备，用于连接第一收发设备与第一方面以及第一方面的任一种可能实现方式中任一项所述的漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第一端口。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该通信系统还包括：第二收发设备，该第二收发设备与中心节点设备连接，其中，第二收发设备与第一方面以及第一方面的任一种可能实现方式中任一项所述的漏泄同轴电缆中的每个漏泄同轴电缆的第二端口连接。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该通信系统还包括：第二连接设备，用于连接第二收发设备与第一方面以及第一方面的任一种可能实现方式中任一项所述的漏泄同轴电缆中的每个漏泄同轴电缆的第二端口。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该通信系统还包括：第二收发设备，该第二收发设备与中心节点设备连接，第二收发设备通过第一连接设备与至少一个第一方面以及第一方面的任一种可能实现方式中任一项所述的漏泄同轴电缆中的每个漏泄同轴电缆的第一端口连接。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，第一收发设备与第二收发设备使用不同的频点进行信号辐射；或者，第一收发设备与第二收发设备使用相同的频点进行信号辐射。

附图说明

- 图 1 是本申请实施例提供的一种漏泄同轴电缆在煤矿综采面的应用场景的示意图。
- 图 2 是一种漏泄同轴电缆的示意图。
- 图 3 是本申请实施例提供的一种漏泄同轴电缆的示意结构框图。
- 图 4 是本申请实施例提供的一种开孔段与非开孔段的排布示意结构图。
- 图 5 是本申请实施例提供的另一种开孔段与非开孔段的排布示意结构图。
- 图 6 是本申请实施例提供的又一种开孔段与非开孔段的排布示意结构图。
- 图 7 是本申请实施例提供的一种通信系统的示意架构图。

具体实施方式

下面将结合附图，对本申请实施例中的技术方案进行描述。

漏泄同轴电缆，又称“漏泄电缆”，是由内导体、绝缘层和外导体组成的。电磁波在漏泄同轴电缆内传输的时候，利用漏泄同轴电缆的外导体开设的漏泄孔，实现向外传播电磁波。

图 1 是本申请实施例提供的一种漏泄同轴电缆在煤矿综采面的应用场景的示意图。具体如图 1 所示。应理解，在图 1 所示的场景示意图中，该煤矿综采面内部放置了采煤机、液压支架、刮板机、回风巷、运输皮带、运输巷和探煤孔。采煤机左右横向移动，进行割煤。刮板机将煤刮至运输皮带。液压支架起到支撑作用，防止塌方。随着采煤的进行，采煤机、液压支架和刮板机逐渐向前方移动。煤矿综采面利用在其内部部署漏泄同轴电缆使无线覆盖能力能够得到提升。漏泄同轴电缆也能够广泛应用于地铁、隧道、室内建筑物等场景中。

一般而言，为了降低成本，一根漏泄同轴电缆通常会采用相同的工艺，不会对漏泄同轴电缆的设计进行过多的优化从而去提高电磁波的传输性能。这是因为在部分场景内，漏泄同轴电缆的输入电磁波功率往往较高，足以满足大部分场景的工作需求。

但是，部分工作环境会出于安全性考虑，例如，由于煤矿的地下环境复杂且充满瓦斯等易燃性气体，因此煤矿要求电磁波的等效各向同性辐射功率 (equivalent isotropic radiated power, EIRP) 小于 6W，因此要求漏泄同轴电缆的输入电磁波功率不能过高，这会导致漏泄同轴电缆的覆盖距离较短。

图 2 示出了现有的一种漏泄同轴电缆的示意图。具体如图 2 所示，该漏泄同轴电缆包括内导体、绝缘层和外导体，绝缘层套在内导体之上，外导体又套在绝缘层之上，且外导体上开设有多个漏泄孔，且任意两个漏泄孔的间距均相同。

应理解，在漏泄电缆的左侧辐射到周边的电磁波功率高于右侧辐射到周边的电磁波功率的情况下，均匀布置多个漏泄孔会使电磁波功率造成浪费，从而限制了漏泄同轴电缆的覆盖距离。

鉴于上述技术问题，本申请实施例提供一种漏泄同轴电缆，能够满足在输入功率不需太高时实现覆盖距离长等要求。

为便于描述本申请实施例的技术方案，本申请实施例以字母 X 表示开孔段，字母 Y 表示非开孔段。

图 3 是本申请实施例提供的一种漏泄同轴电缆的示意结构框图。具体如图 3 所示。漏泄同轴电缆包括内导体、绝缘层以及外导体，其中，绝缘层用于分隔内导体与外导体。

具体地，绝缘层套在内导体之上，外导体又套在绝缘层之上。

应理解，外导体包括 M 个开孔段与 N 个非开孔段，且 M 个开孔段与 N 个非开孔段之间交替排布，该 M 个开孔段中至少一个开孔段包括至少三个漏泄孔，该 M 个开孔段中剩余开孔段中的每个开孔段包括至少一个漏泄孔，且该至少一个开孔段中的每个开孔段内的漏泄孔间距相同，其中，M、N 为大于或等于 1 的正整数。

具体地，M 个开孔段与 N 个非开孔段之间交替排布，可以理解为：一个开孔段搭配一个非开孔段，示例性地，M 个开孔段与 N 个非开孔段之间交替排布可以理解为： $X_1Y_1X_2Y_2X_3Y_3X_4Y_4X_5Y_5\dots$ 。其中，数字下标表示与开孔段、非开孔段分别对应的编号。不同编号对应的开孔段可以在开孔段长度上保持一致，也可以保持一致，不同编号对应的非开孔段可以在非开孔段长度上保持一致，也可以保持一致。

应理解，该 M 个开孔段中至少一个开孔段包括至少三个漏泄孔，可以理解为：在该 M 个开孔段中，存在至少一个包括至少三个漏泄孔的开孔段，则剩余开孔段中的每个开孔段包括至少一个漏泄孔，例如，一个或者两个漏泄孔。

应理解，该漏泄同轴电缆可以将开孔段布置在该电缆的起始位置，也可以将非开孔段布置在该电缆的起始位置；该漏泄同轴电缆可以将开孔段布置在该电缆的末端位置，也可以将非开孔段布置在该电缆的末端位置，本申请实施例不做具体限定。

需要说明的是，本申请实施例所述的漏泄同轴电缆可以是实际漏泄同轴电缆的部分，该部分可以位于实际漏泄同轴电缆的起始、末尾或者中间的任意位置。

具体而言，漏泄同轴电缆的外导体分为 M 个开孔段与 N 个非开孔段，且 M 个开孔段与 N 个非开孔段之间交替分布，且 M 个开孔段中存在至少一个开孔段的漏泄孔的数量为至少三个，且剩余的开孔段的漏泄孔的数量为一个或者两个，且当开孔段包括至少三个以

上的漏泄孔时，开孔段内的漏泄孔间距保持一致，如此，通过调整该多个开孔段内的漏泄孔的布置，本申请实施例通过上述的漏泄同轴电缆，能够满足在输入功率不高的场景中，也能实现获取较长的覆盖距离。

5 通过设置漏泄同轴电缆的外导体上的开孔段与非开孔段的布置方式，以及开孔段内漏泄孔位置的布置方式，具体地，将外导体分为多个开孔段与多个非开孔段，且多个开孔段与多个非开孔段之间交替排布，且该多个开孔段中至少一个开孔段包括至少三个漏泄孔，且包括至少三个漏泄孔的开孔段中的每个开孔段内的漏泄孔间距相同，如此，可以实现在满足输入功率不高的条件下，以易于加工的方式制备覆盖距离长的漏泄同轴电缆，满足客户的低成本与易加工的需求。

10 下文将结合图4至图6对本申请实施例所描述的一种漏泄同轴电缆的结构作进一步的描述。

图4是本申请实施例提供的一种开孔段与非开孔段的排布示意结构图。具体如图4所示。

具体地，该漏泄同轴电缆的外导体中的N个非开孔段中多个非开孔段的长度一致，且15 M个开孔段中多个连续的开孔段的长度沿轴向递增。

具体而言，该漏泄同轴电缆的外导体所包括的N个非开孔段中多个非开孔段的长度保持一致。该漏泄同轴电缆的外导体所包括的M个开孔段多个连续的开孔段的长度沿轴向递增，即表示，多个连续的开孔段中的每个开孔段的长度依次增大，示例性地， $X_1 < X_2 < X_3 < \dots$ 。

20 应理解，该N个非开孔段中多个非开孔段的长度相同与该M个开孔段中的多个开孔段的长度沿轴向递增，可以理解为： $X_1 < X_2 < X_3$ ， $Y_1 = Y_2 = Y_3$ ，或者， $X_1 < X_2 < X_3$ ， $Y_2 = Y_3 = Y_4$ ，或者， $X_1 < X_2 < X_3$ ， $Y_5 = Y_6 = Y_7$ ，本申请实施例不做具体限定。

应理解，该多个非开孔段的数量可以是该N个非开孔段的部分非开孔段，也可以是全部非开孔段，该多个开孔段的数量可以是该M个开孔段的部分开孔段，也可以是全部开孔段，该多个非开孔段可以是连续的非开孔段，例如，前述的 $Y_1 = Y_2 = Y_3$ ，也可以是非连续的非开孔段，例如， $Y_1 = Y_4 = Y_6$ ，本申请实施例对此不作具体限定。

通过调整多个开孔段的布置方式，以及开孔段内漏泄孔位置的布置方式，本申请实施例通过上述的漏泄同轴电缆，能够满足在输入功率不高的场景中，也能实现获取较长的覆盖距离。

30 图5是本申请实施例提供的另一种开孔段与非开孔段的排布示意结构图。具体如图5所示。

具体地，该漏泄同轴电缆的外导体中的M个开孔段中多个开孔段的长度一致，且N个非开孔段中多个连续的非开孔段的长度沿轴向递减。

35 具体而言，该漏泄同轴电缆的外导体所包括的M个开孔段中多个开孔段的长度保持一致。该漏泄同轴电缆的外导体所包括的N个非开孔段中多个非开孔段的长度沿轴向递减，即表示，N个非开孔段中的多个连续的非开孔段的非开孔段长度依次减小，示例性地， $Y_1 > Y_2 > Y_3 > \dots$ 。

应理解，该M个开孔段中的多个开孔段的长度相同与该N个非开孔段中的多个非开孔段的长度沿轴向递减，可以理解为： $X_1 = X_2 = X_3$ ， $Y_1 > Y_2 > Y_3$ ；或者， $X_1 = X_2 = X_3$ ， $Y_5 > Y_6 > Y_7$ ，或者， $X_1 = X_2 = X_3$ ， $Y_2 > Y_3 > Y_4$ ，本申请实施例不做具体限定。

应理解,该多个非开孔段的数量可以是该 N 个非开孔段的部分非开孔段,也可以是全部非开孔段,该多个开孔段的数量可以是该 M 个开孔段的部分开孔段,也可以是全部开孔段,该多个开孔段可以是连续的开孔段,例如,前述的 $X_1=X_2=X_3$,也可以是非连续的开孔段,例如, $X_1=X_4=X_6$,本申请实施例对此不作具体限定。

5 通过调整多个开孔段的布置方式,以及开孔段内漏泄孔位置的布置方式,本申请实施例通过上述的漏泄同轴电缆,能够满足在输入功率不高的场景中,也能实现获取较长的覆盖距离。

图 6 是本申请实施例提供的又一种开孔段与非开孔段的排布示意结构图。具体如图 6 所示。该漏泄同轴电缆的外导体中的 M 个开孔段中多个连续的开孔段的长度沿轴向递增, 10 N 个非开孔段中多个连续的非开孔段的长度沿轴向递减。

具体而言,该漏泄同轴电缆的外导体所包括的多个开孔段的长度沿着轴向递增,多个非开孔段的长度沿轴向递减,即表示, $X_1 < X_2 < X_3 < \dots$, $Y_1 > Y_2 > Y_3 > \dots$ 。

应理解,该 M 个开孔段中多个连续的开孔段的长度沿轴向递增与该 N 个非开孔段中多个连续的非开孔段的长度沿轴向递减,可以理解为: $X_1 < X_2 < X_3$, $Y_1 > Y_2 > Y_3$;或者, 15 $X_1 < X_2 < X_3$, $Y_5 > Y_6 > Y_7$,或者, $X_1 < X_2 < X_3$, $Y_2 > Y_3 > Y_4$,本申请实施例不做具体限定。

应理解,该多个非开孔段的数量可以是该 N 个非开孔段的部分非开孔段,也可以是全部非开孔段,该多个开孔段的数量可以是该 M 个开孔段的部分开孔段,也可以是全部开孔段,本申请实施例对此不作具体限定。

通过调整多个开孔段的布置方式,以及开孔段内漏泄孔位置的布置方式,本申请实施例通过上述的漏泄同轴电缆,能够满足在输入功率不高的场景中,也能实现获取较长的覆盖距离。 20

作为一种可能的实现方式,该至少一个开孔段中所有开孔段内的漏泄孔间距均相同。

具体而言,当该漏泄同轴电缆中存在至少一个开孔段包括至少三个漏泄孔时,该至少一个开孔段中的所有开孔段内的漏泄孔间距均相同。

25 作为一种可能的实现方式,该漏泄同轴电缆还包括外层保护套,该外层保护套用于保护外导体。

作为一种可能的实现方式,当多个开孔段的长度相同时,则该多个开孔段中每个开孔段内包括的漏泄孔数量均相同。如此,本申请实施例能够进一步的实现加工工艺的简单与便捷。

30 下文将结合图 7 对本申请实施例提供的一种基于漏泄同轴电缆的通信系统进行描述。

应理解,在本申请实施例中,该基于漏泄同轴电缆的通信系统能够部署于煤矿综采面等场景中,同时,该通信系统所采用的漏泄同轴电缆可以是前述的任一项漏泄同轴电缆,也可以是现有的漏泄同轴电缆。

图 7 是本申请实施例提供的一种通信系统的示意架构图,具体如图 7 所示。该通信系统包括: 35

中心节点设备与第一收发设备,且中心节点设备与第一收发设备连接,第一收发设备与至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第一端口连接。

应理解,所述的每个漏泄同轴电缆的第一端口是指每个漏泄同轴电缆的其中一端。当第一收发设备与该至少一个漏泄同轴电缆中的每个漏泄同轴电缆的第一端口连接时,该每个漏泄同轴电缆的第二端口可以悬空,也可以与其他的设备连接,例如,匹配负载、天线 40

等。

具体而言，该中心节点设备经过链路与第一收发设备连接，该链路可以为基于光纤的通用公共无线电接口 (common public radio interface, CPRI)/增强型 CPRI (enhanced CPRI, eCPRI)/光载无线通信 (radio over fiber, ROF)，或者，也可以是为电连接线，或者，为
5 基于光纤的和电连接线的混合连接。

作为一种示例性的描述，该中心节点设备是基带单元 (baseband unit, BBU)，或者，集线器单元 (remote radio unit hub, RHUB)，也可以是其他的设备。该第一收发设备是射频频拉远单元 (picoremove radio unit, PRRU)，可以是 WiFi 的无线访问接入点 (wireless access point)，也可以是其他的设备。

10 应理解，该第一收发设备与该至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第一端口连接，且该至少一个漏泄同轴电缆的每个漏泄同轴电缆的第二端口悬空或者与其他的设备连接均可，例如，匹配负载、天线等，本申请实施例对此不做限定。

通过上述通信系统，本申请实施例利用漏泄同轴电缆将第一收发设备的信号延伸至煤矿综采面、煤矿巷道等环境中，并在发射功率约束情况下，实现综采面的全覆盖，这可以有效解决遮挡问题。当采用前述的至少一个漏泄同轴电缆，本申请实施例能够有效提高信号延伸的距离。
15

下文将对图 7 所示的通信系统的工作过程做进一步的描述。

在上行链路传输过程中，终端设备的发射信号经过无线链路到达漏泄同轴电缆，并向该漏泄同轴电缆的两侧进行传输，并到达第一收发设备的入口；第一收发设备在对该信号
20 进行收集后传输给中心节点设备，该中心节点设备对来自第一收发设备的信号进行处理，并形成单小区。

在下行链路传输过程中，网络端发送的信号经由中心节点设备传输到第一收发设备，并通过与第一收发设备连接的多根漏泄同轴电缆进行对外传输，并通过前述的无线链路到达终端设备。

25 作为一种可能的实现方式，该通信系统还包括第一连接设备，该第一连接设备用于连接第一收发设备与该至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第一端口。如此，本申请实施例能够增强第一收发设备的输出功率。

通过使用第一连接设备的一端连接收发设备，另一端连接第一收发设备的一个或多个端口，本申请实施例能够一方面提升第一收发设备以及漏泄同轴电缆设计的灵活性，另一方面，也能够通过连接第一收发设备的多个端口提升信号功率。
30

作为一种可能的实现方式，该通信系统还包括第二收发设备，该第二设备与前述的至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第二端口连接。

具体而言，该通信系统中的第一收发设备与第二收发设备之间通过该至少一个漏泄同轴电缆连接。

35 可选的，该第一收发设备通过第一连接设备与该至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第一端口进行连接，第二收发设备直接与该至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第二端口进行连接。

通过采用两个收发设备，且将第一收发设备与第二收发设备分别部署在中心节点设备的两侧，且第一收发设备与第二收发设备之间通过前述的至少一个漏泄同轴电缆连接。如此，本申请实施例能够有效延长该通信系统的覆盖范围。
40

更具体地说,在煤矿综采面的应用场景中,通过采用上述通信系统,本申请实施例能够有效覆盖更长距离的煤矿综采面,例如一侧的收发设备覆盖 200m,另外一侧的收发设备覆盖 200m,则总的可以覆盖 400m 长度的煤矿综采面。

5 作为一种可能的实现方式,该通信系统还包括第二连接设备,该第二连接设备用于连接第二收发设备与该至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第二端口。

作为一种示例性的描述,该第一收发设备与第二收发设备分别部署在中心节点设备的两侧,且中心节点设备可以对来自第一收发设备与第二收发设备分别传输的信号进行分开处理,从而形成双小区,或者,中心节点设备可以对来自第一收发设备与第二收发设备传输的信号进行同时处理,从而构成单小区。

10 通过上述通信系统或者部署方案,本申请实施例通过第二连接设备的一端连接漏泄同轴电缆,另外一端连接第二收发设备的一个或者多个端口,如此,一方面提升收发设备及漏泄同轴电缆设计的灵活性,另一方面连接多个端口时提升信号功率。

作为一种可能的实现方式,第一收发设备与第二收发设备使用不同的频点进行信号的辐射;或者,第一收发设备与第二收发设备使用相同的频点进行信号的辐射。

15 应理解,当第一收发设备与第二收发设备使用相同的频点进行信号的辐射时,即两个小区(左小区表示第一小区,右小区表示第二小区)共用一个频段时,左右两个小区中分别靠近第一收发设备与第二收发设备的地方定义为第一中心小区和第二中心小区,则远离该第一收发设备与第二收发设备的地方分别定义为第一边沿小区和第二边沿小区。

20 应理解,当两个小区(左小区表示第一小区,右小区表示第二小区)共用一个频段时,左右两个小区中分别靠近第一收发设备与第二收发设备的地方定义为第一中心小区和第二中心小区,则远离该第一收发设备与第二收发设备的地方分别定义为第一边沿小区和第二边沿小区。

应理解,当两个小区可以同时共用频谱时,第一中心小区使用频段 W1C,第一边沿小区使用频段 W1B;第二小区使用频段 W2C,第二边沿小区使用频段 W2B,则上述四者满足如下关系: $W1C+W1B=W2C+W2B$, 其中, W1B 与 W2B 的交集为空集,即两者互不干扰。也就是 W1B 属于 W2C 的子集,以及 W2B 属于 W1C 的子集。举例 $W1C=[3.45G, 3.49GHz]$, $W1B=[3.49G, 3.5GHz]$, $W2C=[3.48G, 3.5GHz]$, $W2B=[3.45G, 3.48GHz]$ 。

应理解,当第一收发设备与第二收发设备之间形成双小区时,该两个小区之间可以共用频段,也可以不共用频段。当两个小区之间共用频段时,其需要满足上述提到的关系。

30 通过上述通信系统或者部署方案,本申请实施例在第一收发设备与第二收发设备使用不同频点时,可以大幅度提升信号带宽,进而提升吞吐量,或者,本申请实施例在第一收发设备与第二收发设备采用相同频点时,可以提升信号功率及信噪比。

35 作为一种可能的实现方式,该通信系统还包括:第二收发设备,该第二收发设备与中心节点设备连接,第二收发设备通过第一连接设备与至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第一端口连接。

具体而言,第一收发设备与第二收发设备通过第一连接设备与该至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第一端口进行连接。该至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第一端口与该第一连接设备相连,且第一连接设备又连接了第一收发设备与第二收发设备,每个漏泄同轴电缆的第二端口悬空或者与其他设备连接,例如,匹配负载、天线等。

40 通过上述通信系统或者部署方案,本申请实施例通过第一连接设备的一端连接漏泄同

轴电缆，另外一端连接第一收发设备和第二收发设备的一个或者多个端口，如此，一方面提升收发设备及漏泄同轴电缆设计的灵活性，另一方面连接多个端口时提升信号功率。

需要说明的是，在本申请实施例中，该通信系统还可以包括多个收发设备。

5 应理解，该第一连接设备与第二连接设备可以是合路器、同轴电缆、转接头，也可以是其他的设备。当第一连接设备与第二连接设备是合路器时，可以复用本申请实施例中的收发设备的多个接口，从而提升信号功率。

需要说明的是，在本申请实施例中，与第一收发设备连接的漏泄同轴电缆的数量不作限定，可以是一根，也可以是多根；当该通信系统包括第一收发设备与第二收发设备时，且第一收发设备与第二收发设备之间通过漏泄同轴电缆进行连接时，该漏泄同轴电缆的数量10 可以是多根，也可以是一根，本申请实施例对此不作具体限定。

需要说明的是，在本申请实施例中，该通信系统所采用的漏泄同轴电缆可以是传统的漏泄同轴电缆，也可以是本申请实施例所述的漏泄同轴电缆，本申请实施例对此不做限定。

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15 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。

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。

20 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25 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。

30 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。

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。

35

1. 一种漏泄同轴电缆，其特征在于，包括：
内导体，绝缘层，外导体；
5 所述绝缘层用于分隔所述内导体与所述外导体；
所述外导体包括 M 个开孔段与 N 个非开孔段，所述 M 个开孔段与所述 N 个非开孔段之间交替排布，所述 M 个开孔段中至少一个开孔段包括至少三个漏泄孔，所述至少一个开孔段中的每个开孔段内的漏泄孔间距相同，所述 M、N 为大于或等于 1 的正整数。
2. 根据权利要求 1 所述的漏泄同轴电缆，其特征在于，所述 N 个非开孔段中多个非
10 开孔段的长度相同，所述 M 个开孔段中多个连续的开孔段的长度沿轴向递增。
3. 根据权利要求 2 所述的漏泄同轴电缆，其特征在于，所述多个非开孔段为连续的非开孔段。
4. 根据权利要求 1 所述的漏泄同轴电缆，其特征在于，所述 M 个开孔段中多个开孔段的长度相同，所述 N 个非开孔段中多个连续的非开孔段的长度沿轴向递减。
- 15 5. 根据权利要求 4 所述的漏泄同轴电缆，其特征在于，所述多个开孔段为连续的开孔段。
6. 根据权利要求 1 所述的漏泄同轴电缆，其特征在于，所述 M 个开孔段中多个连续的开孔段的长度沿轴向递增，所述 N 个非开孔段中多个连续的非开孔段的长度沿所述轴向递减。
- 20 7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的漏泄同轴电缆，其特征在于，所述至少一个开孔段中所有开孔段内的漏泄孔间距均相同。
8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的漏泄同轴电缆，其特征在于，所述漏泄同轴电缆还包括外层保护套，该外层保护套用于保护外导体。
9. 一种通信系统，其特征在于，所述通信系统包括：
25 中心节点设备与第一收发设备，
所述中心节点设备与所述第一收发设备连接，
所述第一收发设备与至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第一端口连接。
10. 根据权利要求 9 所述的通信系统，其特征在于，所述通信系统还包括：
第一连接设备，用于连接所述第一收发设备与所述至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄
30 同轴电缆的第一端口。
11. 根据权利要求 9 或 10 所述的通信系统，其特征在于，所述通信系统还包括：
第二收发设备，所述第二收发设备与所述中心节点设备连接，
所述第二收发设备与所述至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第二端口连接。
- 35 12. 根据权利要求 11 所述的通信系统，其特征在于，所述通信系统还包括：
第二连接设备，用于连接所述第二收发设备与所述至少一个漏泄同轴电缆中的每个漏泄同轴电缆的第二端口。
13. 根据权利要求 10 所述的通信系统，其特征在于，所述通信系统还包括：
第二收发设备，所述第二收发设备与所述中心节点设备连接，所述第二收发设备通过

所述第一连接设备与所述至少一个漏泄同轴电缆中每个漏泄同轴电缆的第一端口连接。

14. 根据权利要求 11 至 13 中任一项所述的通信系统，其特征在于，所述第一收发设备与所述第二收发设备使用不同的频点进行信号辐射；或者，

所述第一收发设备与所述第二收发设备使用相同的频点进行信号辐射。

- 5 15. 根据权利要求 9 至 14 中任一项所述的通信系统，其特征在于，所述至少一个漏泄同轴电缆中的每个漏泄同轴电缆为权利要求 1 至 8 中任一项所述的漏泄同轴电缆。