

通信方法及装置

5 本申请要求于 2023 年 08 月 11 日提交国家知识产权局、申请号为 202311018942.8、申请名称为“通信方法及装置”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。

技术领域

本申请涉及通信领域，尤其涉及一种通信方法及装置。

背景技术

10 相位追踪参考信号(phase tracking reference signals, PTRS)为接收端进行相位噪声测量，并进行频域偏移量估计的参考信号。通常，一个 PTRS 端口会绑定一个关联的解调参考信号(demodulation reference signal, DMRS)端口来进行发送，并与绑定的 DMRS 端口使用相同的序列。目前，现有的新无线(new radio, NR)协议最大支持上行小于等于 4 发 (transmission) 4 流 (传输层 rank)，在 NR 版本 18 (release 18, R18) 中，对于上行发送天线数和上行最大传输流数的进一步增强支持，标准化了上行最大 8T8 流的上行发送能力。

15 然而，在单个终端支持大于 4 和/或大于 4 层传输的场景下，若两个 PTRS 端口对应两个调制与编码方案 (modulation and coding scheme, MCS)，如何确定两个 PTRS 端口对应的时域密度，是亟需解决的技术问题。

发明内容

20 本申请实施例提供一种通信方法及装置，用以在两个 PTRS 端口对应两个 MCS 时，确定两个 PTRS 端口对应的时域密度。

为达到上述目的，本申请采用如下技术方案：

25 第一方面，提供一种通信方法，由终端设备执行，该方法包括：接收第一指示信息，并通过第一相位跟踪参考信号 PTRS 端口发送第一 PTRS，以及通过第二 PTRS 端口发送第二 PTRS。其中，第一指示信息指示第一调制与编码方案 MCS 和第二 MCS；第一 PTRS 对应的时域密度为第一时域密度，第一时域密度与第一 MCS 和/或第二 MCS 相关联；第二 PTRS 对应的时域密度为第二时域密度，第二时域密度与第一 MCS 和/或第二 MCS 相关联。

30 基于第一方面和第二方面所述的方法可知，若两个 PTRS 端口对应两个 MCS，如，第一 MCS 和第二 MCS 时，第一 PTRS 端口对应的第一时域密度可以根据网络设备指示的第一 MCS 和/或第二 MCS 来确定，第二 PTRS 端口对应的时域密度也可以根据网络设备指示的第一 MCS 和/或第二 MCS 来确定，如此，终端设备可以确定出第一 PTRS 端口对应的第一时域密度和第二 PTRS 端口对应的第二时域密度，以用于终端设备后续在第一 PTRS 端口上发送第一 PTRS，以及在第二 PTRS 端口上发送第二 PTRS，从而可以提高通信的可靠性和通信效率。

35 一种可能的设计方案中，第一方面的方法还可以包括：接收第二指示信息。其中，第二指示信息包含 PTRS 时域密度信息，PTRS 时域密度信息用于指示多个 MCS 阈值取值；第一时域密度与如下至少一项相关联：第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值；第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值；或者，第一 MCS、第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值；第二时域密度与以下至少一项相关联：第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值；第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值；或者，第一 MCS、第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值。以便于终端设备根据第一 MCS、第二 MCS、与多个 MCS 阈值取值之间的关联关系，准确的确定出第一时域密度和第二时域密度，提高通信效率。

40 可选地，多个 MCS 阈值取值包括如下至少一项：第一 MCS 阈值取值、第二 MCS 阈值取值、或者第三 MCS 阈值取值。多个 MCS 阈值取值还可以包括其他任何可能的取值，以满足不同的需求，不做限定。

45 一种可能的设计方案中，第一时域密度，与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联；第二时域密度，与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联。第一时域密度，与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：若第一 MCS 小于第一 MCS 阈值取值，则第一 PTRS 不存在；若第一 MCS 大于

或等于第一 MCS 阈值取值,且小于第二 MCS 阈值取值,则第一时域密度为第一取值;若第一 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值,且小于第三 MCS 阈值取值,则第一时域密度为第二取值;若第一 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值取值,且小于第四 MCS 阈值取值,则第一时域密度为第三取值;其中,第四 MCS 阈值取值为预设取值。第二时域密度,与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项:若第一 MCS 小于第一 MCS 阈值取值,则第二 PTRS 不存在;若第一 MCS 大于或等于第一 MCS 阈值取值,且小于第二 MCS 阈值取值,则第二时域密度为第一取值;若第一 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值,且小于第三 MCS 阈值取值,则第二时域密度为第二取值;若第一 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值,且小于第四 MCS 阈值取值,则第二时域密度为第三取值。

可以理解,第一 MCS 阈值取值、第二 MCS 阈值取值、第三 MCS 阈值取值和第四 MCS 阈值取值可以划分成不同的区间,每个区间分别对应一个时域密度的取值,终端设备可以根据第一 MCS 所在的区间,就可以确定出第一时域密度和第二时域密度。

一种可能的设计方案中,第一时域密度,与第四取值和多个 MCS 阈值取值相关联;第二时域密度,与第四取值和多个 MCS 阈值取值相关联;第四取值,与第一 MCS 和第二 MCS 相关联。第一时域密度,与第四取值和多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项:若第四取值小于第一 MCS 阈值取值,则第一 PTRS 不存在;若第四取值大于或等于第一 MCS 阈值取值,且小于第二 MCS 阈值取值,则第一时域密度为第一取值;若第四取值大于或等于第二 MCS 阈值取值,且小于第三 MCS 阈值取值,则第一时域密度为第二取值;若第四取值大于或等于第三 MCS 阈值取值,且小于第四 MCS 阈值取值,则第一时域密度为第三取值;其中,第四 MCS 阈值取值为预设取值。第二时域密度,与第四取值和多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项:若第四取值大于或等于第一 MCS 阈值取值,且小于第二 MCS 阈值取值,则第二时域密度为第一取值;若第四取值大于或等于第二 MCS 阈值取值,且小于第三 MCS 阈值取值,则第二时域密度为第二取值;若第四取值大于或等于第三 MCS 阈值取值,且小于第四 MCS 阈值取值,则第二时域密度为第三取值。

可以理解,第一 MCS 阈值取值、第二 MCS 阈值取值、第三 MCS 阈值取值和第四 MCS 阈值取值可以划分成不同的区间,每个区间分别对应一个时域密度的取值,终端设备可以根据第四取值所在的区间,就可以确定出第一时域密度和第二时域密度。

可选地,第四取值为如下至少一项: $\text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS})$; $\lfloor \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rfloor$; 或者, $\lceil \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rceil$ 。可以理解,第四取值还可以为其他任何可能的取值,以满足不同的需求,不做限定。

可选地,第一 MCS 大于第二 MCS。也即,在第一 PTRS 端口与第二 PTRS 端口对应的 MCS 不相等的情况下,终端设备可以直接使用两个 MCS 中较大的 MCS,如第一 MCS,或者,终端设备可以直接使用与两个 MCS 相关联的第四取值,来作为第一时域密度和第二时域密度,此时,第一时域密度与第二时域密度的取值相等,从而可以避免两个 PTRS 端口的 MCS 落在不同的区间时,两个 PTRS 端口对应的时域密度不同,而导致部分 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同,从而进一步的导致该部分 PTRS 端口在部分 OFDM 符号上发送 PTRS 的功率系数,超过该 OFDM 能支持的最大功率系数的问题,从而可以提高通信的可靠性。

可选地,第一 MCS 小于第二 MCS。也即,在第一 PTRS 端口与第二 PTRS 端口对应的 MCS 不相等的情况下,终端设备可以直接使用两个 MCS 中较小的 MCS,如第一 MCS,或者,使用与两个 MCS 相关联的第四取值来作为第一时域密度和第二时域密度,此时,第一时域密度与第二时域密度的取值相等,从而可以避免两个 PTRS 端口的 MCS 落在不同的区间时,两个 PTRS 端口对应的时域密度不同,而导致部分 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同,从而进一步的导致该部分 PTRS 端口在部分 OFDM 符号上发送 PTRS 的功率系数,超过该 OFDM 能支持的最大功率系数的问题,从而可以提高通信的可靠性。

一种可能的设计方案中,第一 PTRS 端口对应第一 MCS,第二 PTRS 端口对应第二 MCS;第五取值,与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联;第六取值,与第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联;第一时域密度,与第五取值和第六取值相关联;第二时域密度,与第五取值和第六取值相关联。第五取值,与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项:若第一 MCS 小于第一 MCS 阈值取值,则第一 PTRS 不存在;若第一 MCS 大于或等于第一 MCS 阈值取值,且小于第二 MCS 阈值取值,则第

五取值为第一取值；若第一 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值，且小于第三 MCS 阈值取值，则第五取值为第二取值；若第一 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值，且小于第四 MCS 阈值，则第五取值为第三取值；其中，第四 MCS 阈值取值为预设取值。第六取值，与第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：若第二 MCS 小于第一 MCS 阈值取值，则第二 PTRS 不存在；若第二 MCS 大于或等于第一 MCS 阈值取值，且小于第二 MCS 阈值取值，则第六取值为第一取值；若第二 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值，且小于第三 MCS 阈值取值，则第五取值为第二取值；若第二 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值，且小于第四 MCS 阈值，则第六取值为第三取值。

可以理解，终端设备根据第一 MCS 所在的区间，确定出第五取值，以及根据第二 MCS 所在的区间，确定出第六取值，以用于终端设备确定出第一时域密度和第二时域密度。

可选地，当第五取值大于第六取值时，第一时域密度和第二时域密度的取值均等于第五取值。也即，在第一 MCS 与第二 MCS 落在不同的区间时，终端设备可以直接使用两个 MCS 对应的时域密度取值中较大的第五取值，来作为第一时域密度和第二时域密度。此时，第一时域密度与第二时域密度的取值相等，从而可以避免两个 PTRS 端口的 MCS 落在不同的区间时，两个 PTRS 端口对应的时域密度不同，而导致部分 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同，从而进一步的导致该部分 PTRS 端口在部分 OFDM 符号上发送 PTRS 的功率系数，超过该 OFDM 能支持的最大功率系数的问题，从而提高通信的可靠性。

可选地，当第五取值小于第六取值时，第一时域密度和第二时域密度的取值均等于第五取值。也即，在第一 MCS 与第二 MCS 落在不同的区间时，终端设备可以直接使用两个 MCS 对应的时域密度取值中较小的第五取值，来作为第一时域密度和第二时域密度。此时，第一时域密度与第二时域密度的取值相等，从而可以避免两个 PTRS 端口的 MCS 落在不同的区间时，两个 PTRS 端口对应的时域密度不同，而导致部分 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同，从而进一步的导致该部分 PTRS 端口在部分 OFDM 符号上发送 PTRS 的功率系数，超过该 OFDM 能支持的最大功率系数的问题，从而提高通信的可靠性。

可选地，当第五取值大于第六取值时，第一时域密度的取值和第二时域密度的取值等于第七取值；第七取值，与第五取值和所述第六取值相关联。也即，在第一 MCS 与第二 MCS 落在不同的区间时，终端设备可以使用与第五取值和第六取值相关联的第七取值，来作为第一时域密度和第二时域密度，此时，第一时域密度与第二时域密度的取值相等，从而可以避免两个 PTRS 端口的 MCS 落在不同的区间时，两个 PTRS 端口对应的时域密度不同，而导致部分 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同，从而进一步的导致该部分 PTRS 端口在部分 OFDM 符号上发送 PTRS 的功率系数，超过该 OFDM 能支持的最大功率系数的问题，从而提高通信的可靠性。

可选地，当第五取值小于第六取值时，第一时域密度的取值和第二时域密度的取值等于第七取值；第七取值，与第五取值和第六取值相关联。也即，在第一 MCS 与第二 MCS 落在不同的区间时，终端设备可以使用与第五取值和第六取值相关联的第七取值，来作为第一时域密度和第二时域密度，此时，第一时域密度与第二时域密度的取值相等，从而可以避免两个 PTRS 端口的 MCS 落在不同的区间时，两个 PTRS 端口对应的时域密度不同，而导致部分 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同，从而进一步的导致该部分 PTRS 端口在部分 OFDM 符号上发送 PTRS 的功率系数，超过该 OFDM 能支持的最大功率系数的问题，从而提高通信的可靠性。

进一步的，第七取值为如下至少一项： $\text{Mean}(\text{第五取值}, \text{第六取值})$ ； $\lfloor \text{Mean}(\text{第五取值}, \text{第六取值}) \rfloor$ ；或者， $\lceil \text{Mean}(\text{第五取值}, \text{第六取值}) \rceil$ 。可以理解，第四取值还可以为其他任何可能的取值，以满足不同的需求，不做限定。

一种可能的设计方案中，第一指示信息还指示 PUSCH 预编码和传输层数信息，第二指示信息还包括 PTRS 功率信息，以用于后续终端设备来确定第一 PTRS 和第二 PTRS 的对应的功率系数。

一种可能的设计方案中，第一功率系数与如下至少一项相关联：PUSCH 预编码、传输层数信息、PTRS 功率信息、或者第一调度 PTRS 端口数的取值。其中，第一功率系数为第一 PTRS 对应的功率系数。第二功率系数与如下至少一项相关联：PUSCH 预编码、传输层数信息、PTRS 功率信息、或者第二调度 PTRS 端口数的取值。其中，第二功率系数为第二 PTRS 对应的功率系数。如此，终端设备可以准确的确定出第一功率系数和第二功率系数。

可选地,当第一时域密度小于第二时域密度时,第一调度 PTRS 端口数的取值为 1,第二调度 PTRS 端口数的取值为 2。可以理解,在两个 PTRS 端口对应的时域密度不同时,会导致部分 PTRS 端口,如时域密度小的第一 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同,从而进一步的导致该部分 PTRS 端口在部分 OFDM 符号上发送 PTRS 的功率系数,超过该 OFDM 符号能支持的最大功率系数的问题,此时,终端设备将第一调度 PTRS 端口数的取值为 1,第二调度 PTRS 端口数的取值为 2,从而可以保证第一 PTRS 端口的功率系数以较小的功率系数发送第一 PTRS,以在 OFDM 符号都可以满足该 OFDM 符号能支持的最大功率系数的需求,从而可以提高通信的可靠性。

可选地,第一调度 PTRS 端口数的取值与每个 OFDM 符号上实际发送 PTRS 信号的 PTRS 端口数相关联;第二调度 PTRS 端口数的取值,与每个 OFDM 符号上实际发送 PTRS 信号的 PTRS 端口数相关联;PTRS 信号包括第一 PTRS 和第二 PTRS;OFDM 符号为 PUSCH 包含的 OFDM 符号。也即,第一功率系数和第二功率系数以每个 OFDM 符号为粒度,终端设备可以在每个 OFDM 符号上分别计算的第一功率系数和第二功率系数以每个 OFDM 符号,从而可以提高第一功率系数和第二功率系数的准确性,提高通信的可靠性。

第二方面,提供一种通信方法,由网络设备执行。该方法包括:发送第一指示信息,并接收第一 PTRS,以及第二 PTRS。其中,第一指示信息指示第一调制与编码方案 MCS 和第二 MCS;第一 PTRS 为在第一 PTRS 端口上发送的 PTRS,第一 PTRS 对应的时域密度为第一时域密度,第一时域密度与第一 MCS 和/或第二 MCS 相关联;第二 PTRS 为在第二 PTRS 端口上发送的 PTRS,第二 PTRS 对应的时域密度为第二时域密度,第二时域密度与第一 MCS 和/或第二 MCS 相关联。

一种可能的设计方案中,第二指示信息包含 PTRS 时域密度信息,PTRS 时域密度信息用于指示多个 MCS 阈值取值:第一时域密度与如下至少一项相关联:第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值;第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值;或者,第一 MCS、第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值;第二时域密度与以下至少一项相关联:第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值;第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值;或者,第一 MCS、第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值。

可选地,多个 MCS 阈值取值包括如下至少一项:第一 MCS 阈值取值、第二 MCS 阈值取值、或者第三 MCS 阈值取值。

一种可能的设计方案中,第一时域密度,与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联;第二时域密度,与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联。第一时域密度,与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项:若第一 MCS 小于第一 MCS 阈值取值,则第一 PTRS 不存在;若第一 MCS 大于或等于第一 MCS 阈值取值,且小于第二 MCS 阈值取值,则第一时域密度为第一取值;若第一 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值,且小于第三 MCS 阈值取值,则第一时域密度为第二取值;若第一 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值取值,且小于第四 MCS 阈值取值,则第一时域密度为第三取值;其中,第四 MCS 阈值取值为预设取值。第二时域密度,与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项:若第一 MCS 小于第一 MCS 阈值取值,则第二 PTRS 不存在;若第一 MCS 大于或等于第一 MCS 阈值取值,且小于第二 MCS 阈值取值,则第二时域密度为第一取值;若第一 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值,且小于第三 MCS 阈值取值,则第二时域密度为第二取值;若第一 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值取值,且小于第四 MCS 阈值取值,则第二时域密度为第三取值。

一种可能的设计方案中,第一时域密度,与第四取值和多个 MCS 阈值取值相关联;第二时域密度,与第四取值和多个 MCS 阈值取值相关联;第四取值,与第一 MCS 和第二 MCS 相关联。第一时域密度,与第四取值和多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项:若第四取值小于第一 MCS 阈值取值,则第一 PTRS 不存在;若第四取值大于或等于第一 MCS 阈值取值,且小于第二 MCS 阈值取值,则第一时域密度为第一取值;若第四取值大于或等于第二 MCS 阈值取值,且小于第三 MCS 阈值取值,则第一时域密度为第二取值;若第四取值大于或等于第三 MCS 阈值取值,且小于第四 MCS 阈值取值,则第一时域密度为第三取值;其中,第四 MCS 阈值取值为预设取值。第二时域密度,与第四取值和多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项:若第四取值大于或等于第一 MCS 阈值取值,且小于第二 MCS 阈值取值,则第二时域密度为第一取值;若第四取值大于或等于第二 MCS 阈值取值,且小于第三 MCS 阈值取值,则第二时域密度为第二取值;若第四取值大于或等于第三 MCS 阈值取值,且小于第四 MCS 阈值取值,则第二时域密度为第三取值。

可选地，第四取值为如下至少一项： $\text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS})$ ； $[\text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS})]$ ；或者， $\lceil \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rceil$ 。

可选地，第一 MCS 大于第二 MCS。

可选地，第一 MCS 小于第二 MCS。

- 5 一种可能的设计方案中，第一 PTRS 端口对应第一 MCS，第二 PTRS 端口对应第二 MCS；第五取值，与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联；第六取值，与第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联；第一时域密度，与第五取值和第六取值相关联；第二时域密度，与第五取值和第六取值相关联。第五取值，与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：若第一 MCS 小于第一 MCS 阈值取值，则第一 PTRS 不存在；若第一 MCS 大于或等于第一 MCS 阈值取值，且小于第二 MCS 阈值取值，则第五取值为第一取值；若第一 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值，且小于第三 MCS 阈值取值，则第五取值为第二取值；若第一 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值，且小于第四 MCS 阈值，则第五取值为第三取值；其中，第四 MCS 阈值取值为预设取值。第六取值，与第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：若第二 MCS 小于第一 MCS 阈值取值，则第二 PTRS 不存在；若第二 MCS 大于或等于第一 MCS 阈值取值，且小于第二 MCS 阈值取值，则第六取值为第一取值；若第二 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值，且小于第三 MCS 阈值取值，则第五取值为第二取值；若第二 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值，且小于第四 MCS 阈值，则第六取值为第三取值。

可选地，当第五取值大于第六取值时，第一时域密度和第二时域密度的取值均等于第五取值。

可选地，当第五取值小于第六取值时，第一时域密度和第二时域密度的取值均等于第五取值。

- 20 可选地，当第五取值大于第六取值时，第一时域密度的取值和第二时域密度的取值等于第七取值；第七取值，与第五取值和所述第六取值相关联。

可选地，当第五取值小于第六取值时，第一时域密度的取值和第二时域密度的取值等于第七取值；第七取值，与第五取值和第六取值相关联。

进一步的，第七取值为如下至少一项： $\text{Mean}(\text{第五取值}, \text{第六取值})$ ； $[\text{Mean}(\text{第五取值}, \text{第六取值})]$ ；或者， $\lceil \text{Mean}(\text{第五取值}, \text{第六取值}) \rceil$ 。

- 25 一种可能的设计方案中，第一指示信息还指示 PUSCH 预编码和传输层数信息，第二指示信息还包括 PTRS 功率信息。

- 一种可能的设计方案中，第一功率系数与如下至少一项相关联：PUSCH 预编码、传输层数信息、PTRS 功率信息、或者第一调度 PTRS 端口数的取值。其中，第一功率系数为第一 PTRS 对应的功率系数。第二功率系数与如下至少一项相关联：PUSCH 预编码、传输层数信息、PTRS 功率信息、或者第二调度 PTRS 端口数的取值。其中，第二功率系数为第二 PTRS 对应的功率系数。

此外，第二方面所述的方法的技术效果可以参考第一方面所述的通信方法的技术效果，此处不再赘述。

- 35 第三方面，提供一种通信装置。该装置包括：用于执行如第一方面所述的方法的模块。例如，收发模块和处理模块。其中，收发模块可用于实现该装置收发消息的功能。处理模块可用于实现该装置除收发消息以外的功能。

可选地，收发模块可以包括发送模块和接收模块。其中，发送模块用于实现第三方面所述的通信装置的发送功能，接收模块用于实现第三方面所述的通信装置的接收功能。

可选地，第三方面所述的通信装置还可以包括存储模块，该存储模块存储有程序或指令。当该处理模块执行该程序或指令时，使得该通信装置可以执行第一方面所述的通信方法。

- 40 需要说明的是，第三方面所述的通信装置可以是终端装置，也可以是可设置于终端装置中的芯片（系统）或其他部件或组件，还可以是包含终端装置的装置，本申请对此不做限定。

此外，第三方面所述的通信装置的技术效果可以参考第一方面所述的通信方法的技术效果，此处不再赘述。

- 45 第四方面，提供一种通信装置。该装置包括用于执行上述第二方面所述的方法的模块，例如，收发模块和处理模块。其中，收发模块可用于实现该装置收发消息的功能。处理模块可用于实现该装置除收发消息以外的功能。

例如：处理模块，用于控制收发模块发送第一指示信息。收发模块，用于接收第一 PTRS。收发模

块,还用于接收第二 PTRS。其中,第一指示信息指示第一调制与编码方案 MCS 和第二 MCS;第一 PTRS 为在第一 PTRS 端口上发送的 PTRS,第一 PTRS 对应的时域密度为第一时域密度,第一时域密度与第一 MCS 和/或第二 MCS 相关联;第二 PTRS 为在第二 PTRS 端口上发送的 PTRS,第二 PTRS 对应的时域密度为第二时域密度,第二时域密度与第一 MCS 和/或第二 MCS 相关联。

5 可选地,收发模块可以包括发送模块和接收模块。其中,发送模块用于实现第四方面所述的通信装置的发送功能,接收模块用于实现第四方面所述的通信装置的接收功能。

可选地,第四方面所述的通信装置还可以包括存储模块,该存储模块存储有程序或指令。当该处理模块执行该程序或指令时,使得该通信装置可以执行第二方面所述的通信方法。

需要说明的是,第四方面所述的通信装置可以是网络设备,也可以是可设置于网络设备中的芯片(系统)或其他部件或组件,还可以是包含网络设备的装置,本申请对此不做限定。

此外,第四方面所述的通信装置的技术效果可以参考第二方面所述的通信方法的技术效果,此处不再赘述。

第五方面,提供一种通信装置。该通信装置包括:处理器,该处理器用于执行第一方面,或第二方面中的任意一种实现方式所述的方法。

15 在一种可能的设计方案中,第五方面所述的通信装置还可以包括收发器。该收发器可以为收发电路或接口电路。该收发器可以用于第五方面所述的通信装置与其他通信装置通信。

在一种可能的设计方案中,第五方面所述的通信装置还可以包括存储器。该存储器可以与处理器集成在一起,也可以分开设置。该存储器可以用于存储第一方面,或第二方面中的任意一种实现方式所述的方法所涉及的计算机程序和/或数据。

20 在本申请中,第五方面所述的通信装置可以为上述第一方面,或第二方面中的网络设备,或者包含上述网络设备的装置,或者上述网络设备中包含的装置,比如芯片;或者,该通信装置可以为上述第一方面,或第二方面中的终端设备,或者包含上述终端设备的装置,或者上述终端设备中包含的装置,比如芯片。

此外,第五方面所述的通信装置的技术效果可以参考第一方面、或第二方面中的任意一种实现方式所述的方法的技术效果,此处不再赘述。

第六方面,提供一种通信装置。该通信装置包括:处理器,该处理器与存储器耦合,该处理器用于执行存储器中存储的计算机程序,以使得该通信装置执行第一方面、或第二方面中的任意一种实现方式所述的方法。

30 在一种可能的设计方案中,第六方面所述的通信装置还可以包括收发器。该收发器可以为收发电路或接口电路。该收发器可以用于第六方面所述的通信装置与其他通信装置通信。

在本申请中,第六方面所述的通信装置可以为上述第一方面,或第二方面中的网络设备,或者包含上述网络设备的装置,或者上述网络设备中包含的装置,比如芯片;或者,该通信装置可以为上述第一方面,或第二方面中的终端设备,或者包含上述终端设备的装置,或者上述终端设备中包含的装置,比如芯片。

35 此外,第六方面所述的通信装置的技术效果可以参考第一方面、或第二方面中的任意一种实现方式所述的方法的技术效果,此处不再赘述。

第七方面,提供了一种通信装置,包括:处理器和存储器;该存储器用于存储计算机程序,当该处理器执行该计算机程序时,以使该通信装置执行第一方面、或第二方面中的任意一种实现方式所述的方法。

40 在一种可能的设计方案中,第七方面所述的通信装置还可以包括收发器。该收发器可以为收发电路或接口电路。该收发器可以用于第七方面所述的通信装置与其他通信装置通信。

在本申请中,第七方面所述的通信装置可以为上述第一方面,或第二方面中的网络设备,或者包含上述网络设备的装置,或者上述网络设备中包含的装置,比如芯片;或者,该通信装置可以为上述第一方面,或第二方面中的终端设备,或者包含上述终端设备的装置,或者上述终端设备中包含的装置,比如芯片。

45 此外,第七方面所述的通信装置的技术效果可以参考第一方面、或第二方面中的任意一种实现方式所述的方法的技术效果,此处不再赘述。

第八方面，提供了一种通信装置，包括：处理器；该处理器用于与存储器耦合，并读取存储器中的计算机程序之后，根据该计算机程序执行如第一方面或第二方面中的任意一种实现方式所述的方法。

在一种可能的设计方案中，第八方面所述的通信装置还可以包括收发器。该收发器可以为收发电路或接口电路。该收发器可以用于第八方面所述的通信装置与其他通信装置通信。

5 在本申请中，第八方面所述的通信装置可以为上述第一方面，或第二方面中的网络设备，或者包含上述网络设备的装置，或者上述网络设备中包含的装置，比如芯片；或者，该通信装置可以为上述第一方面，或第二方面中的终端设备，或者包含上述终端设备的装置，或者上述终端设备中包含的装置，比如芯片。

10 此外，第八方面所述的通信装置的技术效果可以参考第一方面、或第二方面中的任意一种实现方式所述的方法的技术效果，此处不再赘述。

第九方面，提供一种通信系统。该通信系统包括上述方面所述的终端设备和上述方面所述的网络设备。

第十方面，提供一种计算机可读存储介质，包括：计算机程序或指令；当该计算机程序或指令在计算机上运行时，使得该计算机执行第一方面、或第二方面中的任意一种实现方式所述的方法。

15 第十一方面，提供一种计算机程序产品，包括计算机程序或指令，当该计算机程序或指令在计算机上运行时，使得该计算机执行第一方面、或第二方面中的任意一种实现方式所述的方法。

附图说明

图 1 为 Type 1 DMRS 的时频资源映射的示意图；

图 2 为 Type 2 DMRS 的时频资源映射的示意图；

20 图 3 为一种码分复用的实现方法的示意图；

图 4 为本申请实施例示例的一种 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系的示意图一；

图 5 为本申请实施例提供的一种 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系的示意图二；

图 6 为本申请实施例提供的一种 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系的示意图三；

图 7 为本申请实施例提供的一种 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系的示意图四；

25 图 8 为本申请实施例提供的一种 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系的示意图五；

图 9 为本申请实施例提供的一种通信系统的架构示意图；

图 10 为本申请实施例提供的一种通信方法流程示意图；

图 11 为本申请实施例提供的 PTRS0 和 PTRS1 占用的时频资源的示意图一；

图 12 为本申请实施例提供的 PTRS0 和 PTRS1 占用的时频资源的示意图二；

30 图 13 为本申请实施例提供的 PTRS0 和 PTRS1 占用的时频资源的示意图三；

图 14 为本申请实施例提供的通信装置的结构示意图一；

图 15 为本申请实施例提供的通信装置的结构示意图二。

具体实施方式

方便理解，下面先介绍本申请实施例所涉及的技术术语。

35 1. DMRS

DMRS 可以用于估计数据信道，例如，物理下行共享信道 (physical downlink shared channel, PDSCH) 或物理上行共享信道 (physical uplink shared channel, PUSCH)，或者控制信道，例如，物理下行控制信道 (physical downlink control channel, PDCCH) 经历的等效信道矩阵，从而用于数据的检测和解调。

40 以数据信道 PDSCH 为例，DMRS 通常与发送的数据信号进行相同的预编码，从而保证 DMRS 与数据经历相同的等效信道。假设，发送端发送的 DMRS 向量为 s ，发送的数据符号向量为 x ，DMRS 与数据进行相同的预编码操作 (例如乘以相同的预编码矩阵 P)，接收端相应的接收信号向量可以表示为：

数据信号：所述第一调度 PTRS 端口数的取值与每个 OFDM 符号上实际发送 PTRS 信号的 PTRS 端口数相关联；所述第二调度 PTRS 端口数的取值，与每个 OFDM 符号上实际发送 PTRS 信号的 PTRS 端口数相关联；所述 PTRS 信号包括第一 PTRS 和第二 PTRS；所述 OFDM 符号为所述 PUSCH 包含的
45 OFDM 符号。

$$\text{数据信号: } y = HPx + n = \tilde{H}x + n;$$

$$\text{DMRS: } r = HPs + n = \tilde{H}s + n;$$

也就是说, 数据信号和参考信号(即 DMRS)经历的等效信道均为 $\tilde{H}$ 。其中, DMRS 向量 s 为已知的, 因此, 接收端可以基于 DMRS 向量 s , 获取对等效信道 $\tilde{H}$ 的估计, 例如利用最小二乘(least square, LS)信道估计算法或最小均方误差(minimum mean square error, MMSE)信道估计算法等来进行等效信道 $\tilde{H}$ 的估计, 从而可以基于等效信道 $\tilde{H}$ 完成数据信号的多输入多输出(multiple input and multiple output, MIMO)均衡和后续解调。

DMRS 用于估计等效信道 $\tilde{H}$, 其维度为 $NR \times R$, 其中, NR 为接收天线数目, R 为传输流数(也可以称为传输层数, 空间层数或传输秩(rank))。通常来说, 一个 DMRS 端口与一个空间层相对应, 即一个 DMRS 端口与一个传输流相对应。因此, 对于传输流数为 R 的 MIMO 传输, 需要的 DMRS 端口数为 R 。而为保证信道估计的质量, 通常不同 DMRS 端口为正交端口, 例如不同 DMRS 端口对应的 DMRS 在频域、时频或码域正交, 以避免不同 DMRS 端口之间的干扰。

其中, 多个 DMRS 端口对应的 DMRS 为了减少相互的干扰, 往往通过频分复用、时分复用或者码分复用的方式映射在预设的时频资源。目前, 5G NR 支持 2 种 DMRS 配置类型, 对于配置类型 1(Type 1)DMRS, 最大可支持 8 个正交端口; 对于配置类型 2(Type 2)DMRS, 最大可支持 12 个正交端口。

对于一个 DMRS 端口, 为了对不同的时频资源进行信道估计, 保证信道估计质量, 需要在多个时频资源内发送多个 DMRS。DMRS 在时域上可以占用至少 1 个正交频分复用(orthogonal frequency division multiplexing, OFDM)符号, 在频域上占用的带宽与调度的数据信号的调度带宽相同。一个 DMRS 端口对应的多个 DMRS 对应一个参考信号序列, 一个参考信号序列可以包括多个参考信号序列元素。DMRS 对应的参考信号序列可以为 gold 序列或 walsh 序列。以 DMRS 对应的参考信号序列为 gold 序列为例, 参考信号序列中的第 n 个元素可以通过下式生成:

$$r(n) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2n)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2n+1));$$

其中, 伪随机序列 $c(n)$ 可以是序列长度为 31 的 gold 序列, 对于输出长度为 MPN 的序列 $c(n)$, $n=0, 1, \dots, \text{MPN}-1$, 可以定义为:

$$c(n) = (x_1(n + N_C) + x_2(n + N_C)) \bmod 2$$

$$x_1(n + 31) = (x_1(n + 3) + x_1(n)) \bmod 2$$

$$x_2(n + 31) = (x_2(n + 3) + x_2(n + 2) + x_2(n + 1) + x_2(n)) \bmod 2$$

其中, $N_C = 1600$ 。第一个 m 序列 $x_1(n)$ 可以初始化为 $x_1(0) = 1$, $x_1(n) = 0$, $n = 1, 2, \dots$, 第二个 m 序列 $x_2(n)$ 由参数 c_{init} 初始化。 c_{init} 可以定义为:

$$c_{\text{init}} = \left(2^{17} \left(N_{\text{sym}}^{\text{slot}} n_{s,f}^{\mu} + l + 1 \right) \left(2N_{\text{ID}}^{\overline{\lambda}} + 1 \right) + 2^{17} \left\lfloor \frac{\overline{\lambda}}{2} \right\rfloor + 2N_{\text{ID}}^{\overline{\lambda}} + n_{\text{SCID}}^{\overline{\lambda}} \right) \bmod 2^{31}$$

其中, l 为一个时隙内包含的 OFDM 符号索引, $n_{s,f}^{\mu}$ 为一个系统帧内的时隙索引, $N_{\text{ID}}^0, N_{\text{ID}}^1 \in \{0, 1, \dots, 65535\}$ 可以由高层信令进行配置。 $N_{\text{ID}}^{\overline{\lambda}}$ 与小区 ID(identification)有关, 通常可以等于小区 ID($N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$), 即 $N_{\text{ID}}^{\overline{\lambda}} = N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$ 。 $n_{\text{SCID}}^{\overline{\lambda}}$ 为初始化参数, 取值可以为 0 或 1。具体确定公式如下:

$$n_{\text{SCID}}^{\overline{\lambda}} = \begin{cases} n_{\text{SCID}} & \lambda = 0 \text{ or } \lambda = 2 \\ 1 - n_{\text{SCID}} & \lambda = 1 \end{cases}$$

在此, λ 为 DMRS 端口对应的码分复用(code division multiplexing, CDM)组索引。对于相邻的 DMRS 频域位置, 可以使用不同的 $n_{\text{SCID}}^{\overline{\lambda}}$, 以达到降低峰值平均功率比(peak to average power ratio, PAPR)的效果。其中, 当下行控制信息(downlink control information, DCI)中配置了 DMRS 序列初始化指示字段时,

可以通过 DCI 指示 $n_{SCID} \in \{0,1\}$, 其他情况下 n_{SCID} 可以默认取值为 0。

应理解, 一个 DMRS 端口对应的参考信号序列可以通过预设的时频资源映射规则, 与对应的掩码序列相乘后映射到对应的时频资源上。

- 例如, 对于 DMRS 端口 p , 其对应的参考信号序列中的第 m 个参考序列元素 $r(m)$, 可以按照如下映射规则映射至索引为 $(k, l)_{p, \mu}$ 的资源粒子(resource element, RE)上, 其中, 索引为 $(k, l)_{p, \mu}$ 的 RE 在时域上对应一个时隙内的索引为 l 的 OFDM 符号, 在频域上对应索引为 k 的子载波。映射规则满足:

$$a_{k,l}^{p,\mu} = \beta_{PDSCH}^{DMRS} w_f(k') w_t(l') r(2n+k') \quad (1)$$

$$k = \begin{cases} 4n+2k'+\Delta, & \text{配置类型1} \\ 6n+k'+\Delta, & \text{配置类型2} \end{cases};$$

$$k' = 0, 1;$$

$$l = \bar{l} + l';$$

$$n = 0, 1, \dots;$$

$$l' = 0, 1;$$

10

- 其中, p 为 DMRS 端口的索引, μ 为子载波间隔参数, $a_{k,l}^{p,\mu}$ 为映射至索引为 $(k, l)_{p, \mu}$ 的 RE 上的 DMRS 端口 p 对应的 DMRS 调制符号, l' 为 DMRS 调制符号占用的起始 OFDM 符号的符号索引或者参考 OFDM 符号的符号索引, β_{PDSCH}^{DMRS} 为功率缩放因子, $w_t(l')$ 为索引为 l' 的 OFDM 符号对应的时域掩码元素, $w_f(k')$ 为索引为 k' 的子载波对应的频域掩码元素, $m = 2n+k'$, Δ 为子载波偏移因子。

15

在 NR 协议中, 定义了两类 DMRS 配置方式, 即配置类型 1 (Type 1 DMRS) 和配置类型 2 (Type 2 DMRS)。在 Type 1 DMRS 的映射规则中, DMRS 端口 p 对应的 $w_f(k')$ 、 $w_t(l')$ 以及 Δ 的取值可以根据表 1 确定。

20

表 1

p	λ	Δ	$w_f(k')$		$w_t(l')$	
			$k'=0$	$k'=1$	$l'=0$	$l'=1$
1000	0	0	+1	+1	+1	+1
1001	0	0	+1	-1	+1	+1
1002	1	1	+1	+1	+1	+1
1003	1	1	+1	-1	+1	+1
1004	0	0	+1	+1	+1	-1
1005	0	0	+1	-1	+1	-1
1006	1	1	+1	+1	+1	-1
1007	1	1	+1	-1	+1	-1

其中, λ 为 DMRS 端口 p 所属的码分复用组(也可以称为正交复用组)的索引, 同一正交复用组内的 DMRS 端口占用的时频资源相同。

- 按照式 (1), 图 1 为 Type 1 DMRS 的时频资源映射的示意图, 如图 1 所示, 对于单符号 DMRS (对应 $l'=0$), DMRS 资源占据一个 OFDM 符号, 最大支持 4 个 DMRS 端口。4 个 DMRS 端口分为 2 个码分复用组(CDM group), 例如可以分为 CDM group 0 和 CDM group 1。CDM group 0 包含 DMRS 端口 0 和 DMRS 端口 1; CDM group 1 包含 DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3。其中, CDM group 0 和 CDM group 1 是频分复用(即映射在不同的频域资源上)。CDM group 内包含的 DMRS 端口映射在相同的时频资源上。CDM group 内包含的 DMRS 端口对应的参考信号通过正交掩码(orthogonal cover code, OCC)进行区分, 保证 CDM group 内 DMRS 端口的正交性, 从而抑制了不同天线端口上传输的 DMRS 之间的干扰。

25

- 具体地, 如图 1 中的(a)所示, DMRS 端口 0 和 DMRS 端口 1 位于相同的资源粒子(RE)内, 并在频域以梳齿的方式进行资源映射, 即 DMRS 端口 0 和 DMRS 端口 1 占用的相邻的频域资源之间间隔一个子载波。对于一个 DMRS 端口, 占用的相邻的 2 个 RE 对应一个长度为 2 的 OCC 码字序列。例如, 对于子载波 0 和子载波 2, DMRS 端口 0 和 DMRS 端口 1 采用一组长度为 2 的 OCC 码字序列(+1+1 和 +1-1)。

30

类似的, DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3 位于相同的 RE 内, 并在频域以梳齿的方式映射在 DMRS

端口 0 和 DMRS 端口 1 未占用的 RE 上。对于子载波 1 和子载波 3, DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3 采用一组长度为 2 的 OCC 码字序列(+1+1 和+1-1)。

对于双符号 DMRS, DMRS 资源占据两个 OFDM 符号, 最大支持 8 个 DMRS 端口。8 个 DMRS 端口分为 2 个码分复用组, 例如可以分为 CDM group 0 和 CDM group 1。CDM group 0 包含 DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 4 和 DMRS 端口 5; CDM group 1 包含 DMRS 端口 2、DMRS 端口 3、DMRS 端口 6 和 DMRS 端口 7。CDM group 0 和 CDM group 1 是频分复用, CDM group 内包含的 DMRS 端口对应的参考信号通过 OCC 进行区分。

具体的, 如图 1 中的 (b) 所示, DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 4 和 DMRS 端口 5 位于相同的 RE 内, 并在频域以梳齿的方式进行资源映射, 即 DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 4 和 DMRS 端口 5 占用的相邻的频域资源之间间隔一个子载波。对于一个 DMRS 端口, 占用的相邻的 2 个子载波和 2 个 OFDM 符号对应一个长度为 4 的 OCC 码字序列。例如, 对于 OFDM 符号 1 和 OFDM 符号 2 对应的子载波 0 和子载波 2, DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 4 和 DMRS 端口 5 可以采用一组长度为 4 的 OCC 码字序列(+1+1+1+1/+1-1-1-1/+1-1-1-1/+1-1-1+1)。

类似的, DMRS 端口 2、DMRS 端口 3、DMRS 端口 6 和 DMRS 端口 7 位于相同的 RE 内, 并在频域以梳齿的方式映射在 DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 4 和 DMRS 端口 5 未占用的子载波上。对于 OFDM 符号 1 和 OFDM 符号 2 对应的子载波 1 和子载波 3, DMRS 端口 2、DMRS 端口 3、DMRS 端口 6 和 DMRS 端口 7 可以采用一组长度为 4 的 OCC 码字序列(+1+1+1+1/+1-1-1-1/+1-1-1-1/+1-1-1+1)。

在 Type 2 DMRS 的映射规则中, DMRS 端口 p 对应的 $w_f(k')$ 、 $w_t(l')$ 以及 Δ 的取值可以根据表 2 确定。

表 2

p	λ	Δ	$w_f(k')$		$w_t(l')$	
			$k'=0$	$k'=1$	$l'=0$	$l'=1$
1000	0	0	+1	+1	+1	+1
1001	0	0	+1	-1	+1	+1
1002	1	2	+1	+1	+1	+1
1003	1	2	+1	-1	+1	+1
1004	2	4	+1	+1	+1	+1
1005	2	4	+1	-1	+1	+1
1006	0	0	+1	+1	+1	-1
1007	0	0	+1	-1	+1	-1
1008	1	2	+1	+1	+1	-1
1009	1	2	+1	-1	+1	-1
1010	2	4	+1	+1	+1	-1
1011	2	4	+1	-1	+1	-1

其中, λ 为 DMRS 端口 p 所属的码分复用组(也可以称为正交复用组)的索引, 同一正交复用组内的 DMRS 端口占用的时频资源相同。

按照式(1), 图 2 为 Type 2 DMRS 的时频资源映射的示意图, 如图 2 所示, 对于单符号 Type 2 DMRS, DMRS 资源占据一个 OFDM 符号, 最大支持 6 个 DMRS 端口。6 个 DMRS 端口分为 3 个码分复用组(CDM group), 例如可以分为 CDM group 0、CDM group 1 以及 CDM group 2。CDM group 间采用频分复用(即映射在不同的频域资源上), 即 CDM group 0、CDM group 1 和 CDM group 2 间采用频分复用。CDM group 内包含的 DMRS 端口所对应的参考信号映射在相同的时频资源上, 且 CDM group 内包含的 DMRS 端口对应的参考信号通过 OCC 保证正交性。其中, CDM group 0 包含 DMRS 端口 0 和 DMRS 端口 1; CDM group 1 包含 DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3; CDM group 2 包含 DMRS 端口 4 和 DMRS 端口 5。对于一个 DMRS 端口, 其对应的 DMRS 参考信号在频域映射在多个包含连续 2 个子载波的资源子块内, 相邻的资源子块之间在频域间隔 4 个子载波。

具体的, 如图 2 中的 (a) 所示, DMRS 端口 0 和 DMRS 端口 1 位于相同的 RE 内, 并以梳齿的方式进行资源映射。例如, 以频域资源粒度为 1 个资源块(resource block, RB)为例, DMRS 端口 0 和 DMRS

端口 1 占用子载波 0、子载波 1、子载波 6 和子载波 7，DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3 占用子载波 2、子载波 3、子载波 8 和子载波 9，DMRS 端口 4 和 DMRS 端口 5 占用子载波 4、子载波 5、子载波 10 和子载波 11。对于一个 CDM group 内包含的 2 个 DMRS 端口，在相邻的 2 个子载波内对应长度为 2 的 OCC 码字序列(+1+1 和+1-1)。

- 5 对于双符号 Type 2 DMRS，DMRS 资源占据两个 OFDM 符号，最大支持 12 个 DMRS 端口。12 个 DMRS 端口分为 3 个 CDM group，例如可以分为 CDM group 0、CDM group 1 以及 CDM group 2，CDM group 间采用频分复用，即 CDM group 0、CDM group 1 和 CDM group 2 间采用频分复用。CMD group 内包含的 DMRS 端口所对应的参考信号映射在相同的时频资源上，且 CDM 内包含的 DMRS 端口对应的参考信号通过 OCC 保证正交性。其中，CDM group 0 可以包含 DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 10 端口 6 和 DMRS 端口 7；CDM group 1 可以包含 DMRS 端口 2、DMRS 端口 3、DMRS 端口 8 和 DMRS 端口 9；CDM group 2 可以包含 DMRS 端口 4、DMRS 端口 5、DMRS 端口 10 和 DMRS 端口 11。对于一个 DMRS 端口，其对应的 DMRS 参考信号在频域映射在多个包含连续 2 个子载波的资源子块内，相邻的资源子块之间在频域间隔 4 个子载波。

- 15 具体的，如图 2 中的 (b) 所示，一个 CDM group 包含的 DMRS 端口位于相同的 RE 内，并在频域以梳齿的方式进行资源映射。例如，以频域资源粒度为 1RB 为例，DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 6 和 DMRS 端口 7 占用 OFDM 符号 1 和 OFDM 符号 2 对应的子载波 0、子载波 1、子载波 6 和子载波 7。DMRS 端口 2、DMRS 端口 3、DMRS 端口 8 和 DMRS 端口 9 占用 OFDM 符号 1 和 OFDM 符号 2 对应的子载波 2、子载波 3、子载波 8 和子载波 9。DMRS 端口 4、DMRS 端口 5、DMRS 端口 10 和 DMRS 端口 11 占用 OFDM 符号 1 和 OFDM 符号 2 对应的子载波 4、子载波 5、子载波 10 和子载波 11。对于一个 CDM group 内包含的 4 个 DMRS 端口，在 2 个 OFDM 符号对应的相邻的 2 个子载波内对应长度为 4 的 OCC 码字序列(+1+1+1+1/+1-1-1-1/+1-1-1-1/+1-1-1-1)。

- 20 在当前 R18 DMRS 课题讨论中，已经支持了码分复用扩容方法，以满足更高的实际场景传输流数需求，图 3 为一种码分复用的实现方法的示意图，如图 3 所示，该示意图以单符号 Type 2 DMRS、且频域资源粒度为 1RB 为例进行示例性说明。应理解，其他 DMRS 配置类型，即双符号 Type 2 DMRS、单符号 Type 1 DMRS 和双符号 Type 1 DMRS 等可以参照该方法进行 DMRS 端口的扩充。其中，图 3 中以 P 来表示 DMRS 端口。如图 3 中的(a)所示，对于单符号 Type2 DMRS，最大支持 6 个 DMRS 端口，6 个 DMRS 端口分为 3 个 CDM group，例如，可以分为 CDM group 0、CDM group 1 以及 CDM group 2。其中，CDM group 0 可以包括 DMRS 端口 0 和 DMRS 端口 1；CDM group 1 可以包括 DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3；CDM group 2 可以包括 DMRS 端口 4 和 DMRS 端口 5。

- 30 如图 3 中的 (a) 所示，对于 CDM group 0，即对于 DMRS 端口 0 和 DMRS 端口 1，在一个 RB 内占用的子载波索引(Re)可以为{0, 1, 6, 7}。如图 3 中的(c)所示，DMRS 端口 0 对应的频域掩码序列可以为{+1, +1, +1, +1}，DMRS 端口 1 对应的频域掩码序列可以为{+1, -1, +1, -1}。DMRS 端口 1 与 DMRS 端口 0 占用的时频资源相同，并通过码分正交性与 DMRS 端口 0 在同一时频资源上进行传输。

- 35 如图 3 中的 (b) 所示，对于同一个 CDM group，可以在同样的时频资源内通过码分复用多复用一组 DMRS 端口(即 2 个 DMRS 端口)，来扩充 DMRS 端口的数量。例如，对于 CDM group 0 可以通过码分复用多复用 DMRS 端口 6 和 DMRS 端口 7，DMRS 端口 6 和 DMRS 端口 7 在一个 RB 内占用的子载波索引可以为{0, 1, 6, 7}。如图 3 中的(d)所示，DMRS 端口 6 对应的频域掩码序列为{+1, +1, -1, -1}，DMRS 端口 7 对应的频域掩码序列可以为{+1, -1, -1, +1}。应理解，其余 CDM group 的复用方式与之类似，例如，CDM group 1 可以通过码分复用多复用 DMRS 端口 8 和 DMRS 端口 9，CDM group 2 可以通过码分复用多复用 DMRS 端口 10 和 DMRS 端口 11，从而达到同样的时频资源内复用的 DMRS 端口的总数翻倍的效果。

R18 DMRS 端口的时频资源映射公式满足：

$$\begin{aligned} (k, l) &= r_c(k') r_t(l') (4 + l') \quad (2) \\ &= \begin{cases} 8 + 2k' + \Delta, & \text{配置类型 1} \\ 12 + k' + \Delta, & \text{配置类型 2, } l' = 0, 1; \\ 12 + k' + \Delta + 4, & \text{配置类型 2, } l' = 2, 3 \end{cases} \\ &\quad l' = 0, 1, 2, 3; \end{aligned}$$

$$= + ';$$

$$= 0, 1, \dots;$$

$$= 0, 1, \dots, -1;$$

- 其中, 为 DMRS 端口的索引, 为子载波间隔参数, $(,)$ 为映射至索引为 $(,)$ 的 RE 上的 DMRS 端口 p 对应的 DMRS 符号, $\alpha_{\text{DMRS}}^{\text{PDSCH}}$ 为功率因子, $w_t(l')$ 为索引为 l' 的时域符号对应的时域掩码序列元素, $w_f(k')$ 为索引为 k' 的子载波对应的频域掩码序列元素。Δ 为子载波偏移因子, 为 DMRS 符号占用的起始时域符号的符号索引或参考时域符号的符号索引。

需要说明的是, 根据图 3 所示的码分复用扩充的 DMRS 端口 p 对应的 $w_f(k')$ 、 $w_t(l')$ 以及 Δ 的取值可以根据下述表 3 至表 6 确定。

- 其中, 表 3 为 DMRS 对应的参考信号序列为 gold 序列时, 在 Type 1 DMRS 的映射规则中, DMRS 端口 p 对应的 $w_f(k')$ 、 $w_t(l')$ 以及 Δ 的取值的扩充, 即表 3 可以为前述表 1 的扩充。表 4 为 DMRS 对应的参考信号序列为 gold 序列时, 在 Type 2 DMRS 的映射规则中, DMRS 端口 p 对应的 $w_f(k')$ 、 $w_t(l')$ 以及 Δ 的取值的补充, 即表 4 可以为前述表 2 的扩充。表 5 为 DMRS 对应的参考信号序列为 walsh 序列时, 在 Type 1 DMRS 的映射规则中, DMRS 端口 p 对应的 $w_f(k')$ 、 $w_t(l')$ 以及 Δ 的取值的补充。表 6 为 DMRS 对应的参考信号序列为 walsh 序列时, 在 Type 2 DMRS 的映射规则中, DMRS 端口 p 对应的 $w_f(k')$ 、 $w_t(l')$ 以及 Δ 的取值的补充。

表 3

	λ		$w_f(k')$				$w_t(l')$	
			$k' = 0$	$k' = 1$	$k' = 2$	$k' = 3$	$l' = 0$	$l' = 1$
1000	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1001	0	0	+1	-1	+1	-1	+1	+1
1002	1	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1003	1	1	+1	-1	+1	-1	+1	+1
1004	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	-1
1005	0	0	+1	-1	+1	-1	+1	-1
1006	1	1	+1	+1	+1	+1	+1	-1
1007	1	1	+1	-1	+1	-1	+1	-1
1008	0	0	+1	+j	-1	-j	+1	+1
1009	0	0	+1	-j	-1	+j	+1	+1
1010	1	1	+1	+j	-1	-j	+1	+1
1011	1	1	+1	-j	-1	+j	+1	+1
1012	0	0	+1	+j	-1	-j	+1	-1
1013	0	0	+1	-j	-1	+j	+1	-1
1014	1	1	+1	+j	-1	-j	+1	-1
1015	1	1	+1	-j	-1	+j	+1	-1

表 4

	λ		$w_f(k')$				$w_t(l')$	
			$k' = 0$	$k' = 1$	$k' = 2$	$k' = 3$	$l' = 0$	$l' = 1$
1000	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1001	0	0	+1	-1	+1	-1	+1	+1
1002	1	2	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1003	1	2	+1	-1	+1	-1	+1	+1

1004	2	4	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1005	2	4	+1	-1	+1	-1	+1	+1
1006	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	-1
1007	0	0	+1	-1	+1	-1	+1	-1
1008	1	2	+1	+1	+1	+1	+1	-1
1009	1	2	+1	-1	+1	-1	+1	-1
1010	2	4	+1	+1	+1	+1	+1	-1
1011	2	4	+1	-1	+1	-1	+1	-1
1012	0	0	+1	+j	-1	-j	+1	+1
1013	0	0	+1	-j	-1	+j	+1	+1
1014	1	2	+1	+j	-1	-j	+1	+1
1015	1	2	+1	-j	-1	+j	+1	+1
1016	2	4	+1	+j	-1	-j	+1	+1
1017	2	4	+1	-j	-1	+j	+1	+1
1018	0	0	+1	+j	-1	-j	+1	-1
1019	0	0	+1	-j	-1	+j	+1	-1
1020	1	2	+1	+j	-1	-j	+1	-1
1021	1	2	+1	-j	-1	+j	+1	-1
1022	2	4	+1	+j	-1	-j	+1	-1
1023	2	4	+1	-j	-1	+j	+1	-1

表 5

	λ		$w_f(k')$				$w_t(l')$	
			' =	' =	' =	' =	$l' = 0$	$l' = 1$
1000	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1001	0	0	+1	-1	+1	-1	+1	+1
1002	1	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1003	1	1	+1	-1	+1	-1	+1	+1
1004	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	-1
1005	0	0	+1	-1	+1	-1	+1	-1
1006	1	1	+1	+1	+1	+1	+1	-1
1007	1	1	+1	-1	+1	-1	+1	-1
1008	0	0	+1	+1	-1	-1	+1	+1
1009	0	0	+1	-1	-1	+1	+1	+1
1010	1	1	+1	+1	-1	-1	+1	+1
1011	1	1	+1	-1	-1	+1	+1	+1
1012	0	0	+1	+1	-1	-1	+1	-1
1013	0	0	+1	-1	-1	+1	+1	-1
1014	1	1	+1	+1	-1	-1	+1	-1
1015	1	1	+1	-1	-1	+1	+1	-1

表 6

	λ		$w_f(k')$				$w_t(l')$	
			$' =$	$' =$	$' =$	$' =$	$l' = 0$	$l' = 1$
1000	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1001	0	0	+1	-1	+1	-1	+1	+1
1002	1	2	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1003	1	2	+1	-1	+1	-1	+1	+1
1004	2	4	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1005	2	4	+1	-1	+1	-1	+1	+1
1006	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	-1
1007	0	0	+1	-1	+1	-1	+1	-1
1008	1	2	+1	+1	+1	+1	+1	-1
1009	1	2	+1	-1	+1	-1	+1	-1
1010	2	4	+1	+1	+1	+1	+1	-1
1011	2	4	+1	-1	+1	-1	+1	-1
1012	0	0	+1	+1	-1	-1	+1	+1
1013	0	0	+1	-1	-1	+1	+1	+1
1014	1	2	+1	+1	-1	-1	+1	+1
1015	1	2	+1	-1	-1	+1	+1	+1
1016	2	4	+1	+1	-1	-1	+1	+1
1017	2	4	+1	-1	-1	+1	+1	+1
1018	0	0	+1	+1	-1	-1	+1	-1
1019	0	0	+1	-1	-1	+1	+1	-1
1020	1	2	+1	+1	-1	-1	+1	-1
1021	1	2	+1	-1	-1	+1	+1	-1
1022	2	4	+1	+1	-1	-1	+1	-1
1023	2	4	+1	-1	-1	+1	+1	-1

对于上行大于 4 个 PUSCH 端口和传输流数大于 4 流的传输，网络设备还可以设置对应的 DMRS 端口指示，以根据 DMRS 端口指示来确定预编码矩阵对应的各 DMRS 端口，从而确定 PTRS 端口对应的候选 DMRS 端口索引。例如，对于单符号 Type1 DMRS，当传输预编码矩阵被禁用 (transform precoder is disabled)，最大长度 maxLength=1，传输流数为 5 流，且没有数据的 DMRS CDM 组数(即 Number of DMRS CDM group(s) without data)为 2 时，网络设备可以设置下述表 7 所示的 DMRS 端口指示：

表 7

比特域值 (Value)	没有数据的 DMRS CDM 组数	DMRS 端口
0	2	0, 1, 2, 3, 8
1	2	0, 1, 2, 3, 10

例如，对于单符号 Type1 DMRS，当传输预编码矩阵被禁用，maxLength=2，传输流数为 6 流，且没有数据的 DMRS CDM 组数为 2 时，网络设备可以设置下述表 8 所示的 DMRS 端口指示：

表 8

比特域值 (Value)	没有数据的 DMRS CDM 组数	DMRS 端口
0	2	0, 1, 2, 3, 8, 10
1	2	0, 1, 8, 2, 3, 10

例如，对于单符号 Type1 DMRS，当传输预编码矩阵被禁用，maxLength=2，传输流数为 7 流，且

没有数据的 DMRS CDM 组数为 2 时，网络设备可以设置下述表 9 所示的 DMRS 端口指示：

表 9

比特域值 (Value)	没有数据的 DMRS CDM 组数	DMRS 端口
0	2	0, 1, 2, 3, 8, 9, 10
1	2	0, 1, 8, 2, 3, 10, 11

例如，对于单符号 Type1 DMRS，当传输预编码矩阵被禁用，maxLength=2，传输流数为 8 流，且没有数据的 DMRS CDM 组数为 2 时，网络设备可以设置下述表 10 所示的 DMRS 端口指示：

5

表 10

比特域值 (Value)	没有数据的 DMRS CDM 组数	DMRS 端口
0	2	0, 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11
1	2	0, 1, 8, 9, 2, 3, 10, 11

例如，对于单符号 Type2 DMRS，当传输预编码矩阵被禁用，maxLength=2，传输流数为 5 流，没有数据的 DMRS CDM 组数为 2，且前置 DMRS 占用数量(即 Number of front-load symbols)为 1 时，网络设备可以设置下述表 11 所示的 DMRS 端口指示：

表 11

比特域值 (Value)	没有数据的 DMRS CDM 组数	DMRS 端口	前置 DMRS 占用数 量
0	2	0, 1, 2, 3, 12	1
1	2	0, 1, 2, 3, 14	1

10

例如，对于单符号 Type2 DMRS，当传输预编码矩阵被禁用，maxLength=2，传输流数为 6 流，没有数据的 DMRS CDM 组数为 2，且前置 DMRS 占用数量为 1 时，网络设备可以设置下述表 12 所示的 DMRS 端口指示：

表 12

比特域值 (Value)	没有数据的 DMRS CDM 组数	DMRS 端口	前置 DMRS 占用数 量
0	2	0, 1, 2, 3, 12, 14	1
1	2	0, 1, 12, 2, 3, 14	1

15

例如，对于单符号 Type2 DMRS，当传输预编码矩阵被禁用，maxLength=2，传输流数为 7 流，没有数据的 DMRS CDM 组数为 2，且前置 DMRS 占用数量为 1 时，网络设备可以设置下述表 13 所示的 DMRS 端口指示：

表 13

比特域值 (Value)	没有数据的 DMRS CDM 组数	DMRS 端口	前置 DMRS 占用数 量
0	2	0, 1, 2, 3, 12, 13, 14	1
1	2	0, 1, 12, 2, 3, 14, 15	1

20

例如，对于单符号 Type2 DMRS，当传输预编码矩阵被禁用，maxLength=2，传输流数为 8 流，没有数据的 DMRS CDM 组数为 2，且前置 DMRS 占用数量为 1 时，网络设备可以设置下述表 14 所示的 DMRS 端口指示：

表 14

比特域值 (Value)	没有数据的 DMRS CDM 组数	DMRS 端口	前置 DMRS 占用数 量
0	2	0, 1, 2, 3, 12, 13, 14, 15	1
1	2	0, 1, 12, 13, 2, 3, 14, 15	1

2. PTRS

相位追踪参考信号为接收端进行相位噪声测量，并进行频域偏移量估计的参考信号。

PTRS 的基序列生成与 DMRS 相同，PTRS 的时频资源映射如下：

$$a_{k,l}^{(p,\mu)} = \beta_{PT-RS,i} r_k;$$

其中, r_k 为 PTRS 对应的参考信号序列中的第 k 个元素, PTRS 对应的参考信号序列的生成方式与 DMRS 对应的参考信号序列的生成方式一致。

对于 PUSCH 传输, PTRS 时频资源映射还可以如下:

$$\begin{bmatrix} (0,0) \\ \vdots \\ (-1,0) \end{bmatrix} =_{PT-RS} \begin{bmatrix} (0)(2 + \cdot) \\ \vdots \\ (-1)(2 + \cdot) \end{bmatrix}$$

5 其中, 包含下述情况:

l 是分配给 PUSCH 传输的 OFDM 符号;

RE (k, l) 没有分配给 DMRS;

k' and Δ 对应端口 $0, \dots, -1$;

对于上述两种 PTRS 时频资源映射, 其中的基序列 r_k 可以根据如下给出:

$$r(k) = \begin{cases} (0) & \text{if } k = 0 \text{ or } k = -1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

10 其中, 天线端口 $\tilde{p}_j$, 或者 $\{\tilde{p}_j, \tilde{p}_{j'}\}$ 是根据 3GPP TS38.214 中 6.2.3 节确定的 PTRS 传输关联的天线端口, $r(m)$ 是前述 (第七页中的公式 r) 背景技术中生成的参考信号序列 antenna ports $\tilde{p}_j$ or associated with PT-RS transmission are given by clause 6.2.3 of [6, TS 38.214]; $r(m)$ is given by clause 6.4.1.1.1.1。

其中, 功率系数 β_{PTRS} 的取值满足下述功率系数确定表 21 和对应的功率系数确定方法。

其中, 具体的时频资源位置取值 (k, l) 可以由下列步骤确定。

15 具体地, PTRS 对应的时域位置 l 可以按照如下步骤进行确定:

步骤 1: 设置 $i = 0, l_{ref} = 0$;

步骤 2: 如果从 $\max(l_{ref} + (i-1)L_{PT-RS} + 1, l_{ref})$ 到 $l_{ref} + iL_{PT-RS}$ 的间隔中, 有任何一个符号和 DMRS 的符号重叠, 则设置 $i = i + 1$, 如果是单符号 DMRS, 设置 l_{ref} 为 DMRS 的符号索引, 如果是双符号 DMRS, 设置 l_{ref} 为 DMRS 第二个符号的索引。只要 $l_{ref} + iL_{PT-RS}$ 还在为 PDSCH 分配的符号中, 从步
20 骤 2 开始重复执行。 L_{PT-RS} 为 PTRS 的时域密度。

步骤 3: 把 $l_{ref} + iL_{PT-RS}$ 加入到 PTRS 的时域索引集合中。

步骤 4: 只要 $l_{ref} + iL_{PT-RS}$ 还在为 PDSCH 分配的符号中, 从步骤 2 开始重复执行。

也就是说, PTRS 时域的范围, 可以从调度的 PDSCH 的第一个符号开始, 避开 DMRS 所在的位置, 以 L_{PT-RS} 为密度, 一直到 PDSCH 结束。其中, PTRS 的时域密度 L_{PT-RS} 的取值可以根据下述表 15 确定。 I_{MCS} 为当次调度的调制与编码方案(modulation and coding scheme, MCS), ptrs-MCS1、ptrs-MCS2、ptrs-MCS3 和 ptrs-MCS4 为高层配置的 MCS 阈值范围。 L_{PT-RS} 为 PTRS 时域存在的密度, 即表示一个时隙/槽(slot)内 PTRS 出现的符号间隔, 取值为 1 表示 PTRS 在每个时域 OFDM 符号上都发送。

表 15

调度的 MCS	L_{PT-RS}
$I_{MCS} < \text{ptrs-MCS1}$	PTRS 不存在
$\text{ptrs-MCS1} \leq I_{MCS} < \text{ptrs-MCS2}$	4
$\text{ptrs-MCS2} \leq I_{MCS} < \text{ptrs-MCS3}$	2
$\text{ptrs-MCS3} \leq I_{MCS} < \text{ptrs-MCS4}$	1

PTRS 对应的频域位置 k 的取值可以根据如下公式确定:

$$k = k_{\text{ref}}^{\text{RE}} + (iK_{\text{PT-RS}} + k_{\text{ref}}^{\text{RB}})N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$$
$$k_{\text{ref}}^{\text{RB}} = \begin{cases} n_{\text{RNTI}} \bmod K_{\text{PT-RS}} & \text{if } N_{\text{RB}} \bmod K_{\text{PT-RS}} = 0 \\ n_{\text{RNTI}} \bmod (N_{\text{RB}} \bmod K_{\text{PT-RS}}) & \text{otherwise} \end{cases}$$

其中，i 为 PTRS 存在的资源块(resource block, RB)偏移量，且 i=0, 1, 2, ...。n_{RNTI} 是 DCI 调度所对应的无线网临时标识(radio network temporary identifier, RNTI)的取值。N_{RB} 是当次调度的 RB 个数。K_{PT-RS} 是 PTRS 的频域密度(即 RB 密度)，且 K_{PT-RS} ∈ {2, 4}，即 K_{PT-RS} 为 PTRS 频域存在的密度，表示一次调度带宽内 PTRS 出现的 RB 间隔，取值为 2 时，表示 PTRS 在每两个频域 RB 上发送一次。PTRS 的频域密度 K_{PT-RS} 的取值可以根据下述表 16 来确定。N_{RB0}、N_{RB1} 为高层配置的 RB 阈值范围。

表 16

调度的宽度	K _{PT-RS}
N _{RB} < N _{RB0}	PTRS 不存在
N _{RB0} ≤ N _{RB} < N _{RB1}	2
N _{RB1} ≤ N _{RB}	4

其中，k_{ref}^{RF} 是每个 PTRS 存在的 RB 内，该 PTRS 端口关联的 DMRS 端口对应的子载波偏移量。例如对于 Type1 DMRS，当 PTRS 端口对应的候选 DMRS 端口包括 DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3；对于 Type2 DMRS，当 PTRS 端口对应的候选 DMRS 端口包括 DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 2、DMRS 端口 3、DMRS 端口 4 和 DMRS 端口 5 时，可以根据下述表 17 来确定 k_{ref}^{RE}。当次调度的资源元素偏移(resourceElementOffset)对应的选项列可以由高层参数“相位追踪参考信号-下行配置(PTRS-DownlinkConfig)”中的字段确定，如果高层参数中没有这个字段，则默认值可以为“offset00”中的值。

表 17

DMRS 端口 p̄	k _{ref} ^{RF}							
	type 1 DMRS 资源元素偏移				type 2 DMRS 资源元素偏移			
	Offset 00	Offset 01	Offset 10	Offset 11	Offset 00	Offset 01	Offset 10	Offset 11
0	0	2	6	8	0	1	6	7
1	2	4	8	10	1	6	7	0
2	1	3	7	9	2	3	8	9
3	3	5	9	11	3	8	9	2
4	-	-	-	-	4	5	10	11
5	-	-	-	-	5	10	11	4
8	4	6	10	0	-	-	-	-
9	6	8	0	2	-	-	-	-
10	5	7	11	1	-	-	-	-
11	7	9	1	3	-	-	-	-
12	-	-	-	-	6	7	0	1
13	-	-	-	-	7	0	1	6
14	-	-	-	-	8	9	2	3
15	-	-	-	-	9	2	3	8
16	-	-	-	-	10	11	4	5
17	-	-	-	-	11	4	5	10

3.4T4 流的 PTRS 端口与 DMRS 端口的关联关系

当前 NR 协议规定的 PTRS 端口可以绑定的候选 DMRS 端口，PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系可以通过 DCI 中的相位追踪参考信号-解调参考信号关联(PTRS-DMRS association)字段指示。该指示存在两种可能：0 或 2 比特(bit)。其中，PTRS-DMRS association 为 0bit 表示 PTRS-UplinkConfig 字段不存在，或者 maxRank=1，即表示没有配置 PTRS 端口或者只有一个候选 DMRS 端口，故不需要对 PTRS 端口进行 DMRS 端口的绑定。PTRS-DMRS association 为 2bit 时，可以根据 PTRS-UplinkConfig

字段配置的最大 PTRS 端口数选择 PTRS-DMRS 的绑定关系。

具体地，当最大 PTRS 端口数为 1 个时，可以根据下述表 18 确定 PTRS 端口(例如 PTRS 端口 0)绑定的 DMRS 端口索引。即当 PTRS 端口数为 1 个时，可以通过 PTRS-DMRS association 字段指示最大 4 个候选 DMRS 端口(即被调度的 DMRS 端口(scheduled DMRS port)中的一个作为 PTRS 端口 0 绑定的 DMRS 端口索引。

表 18

比特域值 (Value)	DMRS 端口
0	第 1 个被调度的 DMRS 端口 (1 st scheduled DMRS port)
1	第 2 个被调度的 DMRS 端口 (2 nd scheduled DMRS port)
2	第 3 个被调度的 DMRS 端口 (3 rd scheduled DMRS port)
3	第 4 个被调度的 DMRS 端口 (4 th scheduled DMRS port)

例如，当根据 DCI 信令的指示，确定 PTRS 端口对应的候选 DMRS 端口包括 DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3 时，若通过 PTRS-DMRS association 字段指示 Value 取值为 2，则表示 PTRS 端口 0 绑定的是第 3 个候选 DMRS 端口(即第 3 个被调度的 DMRS 端口)，即表示 DMRS 端口 2 为 PTRS 端口 0 所绑定的 DMRS 端口。若通过 PTRS-DMRS association 字段指示 Value 取值为 3，则表示 PTRS 端口 0 绑定的是第 4 个候选 DMRS 端口，即表示 DMRS 端口 3 为 PTRS 端口 0 所绑定的 DMRS 端口。其中，Value 的取值可以由 DCI 信令指示。

当最大 PTRS 端口数为 2 个时，可以根据下述表 19 确定 PTRS 端口(即 PTRS 端口 0 和 PTRS 端口 1)绑定的 DMRS 端口索引。即当 PTRS 端口数为 2 个时，可以指示最大 2 个候选 DMRS 端口中的一个作为 PTRS 端口 0 绑定的 DMRS 端口索引或 PTRS 端口 1 绑定的 DMRS 端口索引。

表 19

MSB 值 (Value of MSB)	DMRS 端口	LSB 值 (Value of LSB)	DMRS 端口
0	共享 PTRS 端口 0 的第 1 个 DMRS 端口 (1 st DMRS port which shares PTRS port 0)	0	共享 PTRS 端口 1 的第 1 个 DMRS 端口 (1 st DMRS port which shares PTRS port 1)
1	共享 PTRS 端口 0 的第 2 个 DMRS 端口 (2 nd DMRS port which shares PTRS port 0)	1	共享 PTRS 端口 1 的第 2 个 DMRS 端口 (2 nd DMRS port which shares PTRS port 1)

其中，PTRS-DMRS association 字段的最高有效位(most significant bit,MSB)可以用于指示共享 PTRS 端口 0 的 DMRS 端口；PTRS-DMRS association 字段的最低有效位(the least significant bit, LSB)可以用于指示共享 PTRS 端口 1 的 DMRS 端口。

应理解，PTRS-DMRS association 字段的 MSB 也可以用于指示共享 PTRS 端口 1 的 DMRS 端口；PTRS-DMRS association 字段的 LSB 也可以用于指示共享 PTRS 端口 0 的 DMRS 端口。

例如，当根据 DCI 信令的指示，确定 PTRS 端口对应的候选 DMRS 端口依次包括 DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3 时，若 Value of MSB 取值为 1，则表示 PTRS 端口 0 绑定的是高位的第 2 个候选 DMRS 端口，即表示 DMRS 端口 2 为 PTRS 端口 0 所绑定的 DMRS 端口。若 Value of LSB 取值为 1，则表示 PTRS 端口 1 绑定的是低位的第 2 个候选 DMRS 端口，即表示 DMRS 端口 3 为 PTRS 端口 1 所绑定的 DMRS 端口。

其中，PTRS 端口数为 2 个的配置场景一般出现在部分相干(partial-coherent)和非相干(non-coherent)的上行码本传输(UL Codebook baased transmission)中，PTRS 端口数为 1 个的配置一般出现在全相干

(full-coherent)的上行码本传输中。其中，全相干是指所有天线端口(即 PUSCH 端口)可以发送同一流数据。部分相干是指部分天线端口(即同一相干天线组内的天线端口)可以发送同一流数据。非相干是指每一个天线端口只能发送一流数据。部分相干码本中的一列包含的非零元素对应于同一个相干天线组。非相干码本中的一列只包含一个非零元素。

5 对于部分相干和非相干的上行码本传输，实际发送的 PTRS 端口数取决于上行预编码矩阵指示(transmitted precoding matrix indication, TPMI)和最大传输流数。例如，对于部分相干和非相干的天线配置，PUSCH 端口 0 和 PUSCH 端口 2 可以共享 PTRS 端口 0, PUSCH 端口 1 和 PUSCH 端口 3 可以共享 PTRS 端口 1(可以理解这决定了 PUSCH 端口对 PTRS 端口的映射, 及 PTRS 在哪个 PUSCH 端口上发送)。同时，PTRS 端口 0 可以绑定到上行第“x”流(即 DMRS 端口 x), PTRS 端口 1 可以绑定至上行第“y”流(即 DMRS 端口 y)。其中，x 和 y 可以根据上述表 18 确定(即可以通过 DCI 指示)。

10 网络设备可以通过无线资源控制(radio resource control, RRC)信令可以配置码本子集。当码本子集限制为 FullyAndPartialAndNonCoherent 时，上行码本子集为传输流数不大于最大传输流数的所有码本；当码本子集限制为 PartialAndNonCoherent 时，上行码本子集为传输流数不大于最大传输流数的所有部分相干码本和非相干码本；当码本子集限制为 NonCoherent 时，上行码本子集为传输流数不大于最大传输流数的所有非相干码本。应理解，DCI 信令可以指示对应的传输流数和 TPMI 索引(即预编码矩阵索引)，每个传输流数和 TPMI 索引对应一个基于码本传输的 PUSCH 的预编码矩阵。

例如，对于 4 流 PUSCH 传输，表 20 示出了 4 天线端口进行四层传输时所使用的预编码矩阵 W，该 TPMI 集合对应 4 个发送天线下的上行 4 流传输。码本 0(即 TPMI 索引=0)对应的预编码矩阵(W)可以理解为非相干传输，码本 1(即 TPMI 索引=1)和码本 2(即 TPMI 索引=2)对应的预编码矩阵可以理解为部分相干传输，码本 3(即 TPMI 索引=3)和码本 4(即 TPMI 索引=4)对应的预编码矩阵可以理解为全相干传输。对于 4 发 4 流(即 4 个发送天线下的上行 4 流传输)的上行码本，码本的一行对应一个 PUSCH 天线端口(也可以理解为一个探测参考信号(sounding reference signal, SRS)端口，码本的一列对应一个上行传输流(也可以理解为一个 DMRS 端口))。

表 20

TPMI 索引	预编码矩阵 (W)			
	(TPMI 索引按从左往右的顺序增加)			
0-3	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ - & 0 & 0 & - \\ 0 & 0 & - & - \end{bmatrix}$	$\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$
4	$\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ - & - & - & - \\ - & - & - & - \end{bmatrix}$	-	-	-

25 如上所述，NR 最大支持单个终端上行 4 流传输。

4. 每层每资源粒子 (resource element, RE) ρ_{PTRS}^{PUSCH}

每层每 RE 的 PUSCH 对 PTRS 的功率因子 ρ_{PTRS}^{PUSCH} 是指每层每 RE 上一个 PUSCH 传输层的功率与一个 PTRS 端口的功率的比值。

30 该功率因子可以是线性域的。例如，一个 PTRS 端口对应的上行传输层的发送功率是上行所有传输层总功率的 1/4，线性域可以理解为一个 PUSCH 传输层对于一个 PTRS 端口的功率为 4 倍。

该功率因子也可以是 dB 域的。例如，一个 PTRS 端口对应的上行传输层的发送功率是上行所有传输层总功率的 1/4，dB 域可以理解为一个 PUSCH 传输层对于一个 PTRS 端口的功率为 6dB。

现有协议规定了 4T 及 4T 以下、且 4 层及 4 层以下，每层每 RE 的 PUSCH 对 PTRS 的功率因子：

当UE在上行链路中被调度了 $Q_p=\{1,2\}$ 个PTRS端口,且上行调度层数/PUSCH的层数为 n_{layer}^{PUSCH} 时:
1) 如果UE被配置了高层参数 ptrs-Power (携带在高层信令相位跟踪参考信号-上行配置

(PTRS-UplinkConfig)中),则每层每RE的PUSCH对PTRS的功率因子 ρ_{PTRS}^{PUSCH} 由此得出:
 $\rho_{PTRS}^{PUSCH} = -\alpha_{PTRS}^{PUSCH} [dB]$, 其中 α_{PTRS}^{PUSCH} 根据下表21得到。其中,高层参数 ptrs-Power 确定了选

5 择表21中的哪一行(对应不同的功率因子假设); PTRS系数因子 β_{PTRS} 由 $\beta_{PTRS} = 10^{\frac{\rho_{PTRS}^{PUSCH}}{20}}$ 和DCI中的传输层数指示 (precoding information and number of layers) 字域联合得出。其中, DCI用于指示表21中的预编码信息 (precoding information) 和 PUSCH的层数 n_{layer}^{PUSCH} 。

2)当高层配置 PTRS-UplinkConfig 中没有 ptrs-Power 字段或基于非码本(non-codebook)传输 PUSCH 时, UE应假设 ptrs-Power 设置为状态‘00’。

10

表 21

上 行 PTRS 功 率 / $-\alpha_{PTRS}^{PUSCH}$	PUSCH 的层数 n_{layer}^{PUSCH}							
	1	2		3		4		
	所有情 况	全相干	部 分 相 干、不相 关和基 于非码 本	全相干	部 分 相 干、不相 关和基 于非码 本	全相干	部 分 相 干	不相 关和基 于非码 本
00	0	3	3 - 3	4.77	3 - 3	6	3	3 - 3
01	0	3	3	4.77	4.77	6	6	6
10	预留							
11	预留							

可以理解,对于上述表21中具体介绍可以参考技术标准 (technical specification, TS) 38.214 6.2.3
UE PTRS 传输部分的相关介绍,此处不做赘述。对于有多个 PTRS 端口的场景,以下表22为例,纵轴
对应子载波标识,横轴对应 PUSCH 持续的 OFDM 符号数,空白位置可以理解发送的是上行数据信号。
假设其 PUSCH 传输使用的预编码如表9中的 TPMI index=0 对应的预编码矩阵,同时假设上行4个传
15 输层对应的 DMRS 端口指示为{0,1,12,13},其中12,13为协议新增的 DMRS 端口,DMRS 端口指示方
法可参考技术术语中的相关介绍。

图4为本申请实施例示例的一种 PTRS 端口与 DMRS 端口关联的示意图一,如图4所示, PUSCH
端口0和2共享 PTRS 端口0, PUSCH 端口1和3共享 PTRS 端口1。对于 ptrs-Power 设置为状态‘00’
时,假设上述用于指示 PTRS-DMRS 关联关系的2bit 指示取值为“01”(对应下表22),则对于此种场景,
20 在表21中第一 RE (子载波6、符号#3)对应的 PTRS p0 由 PUSCH 端口0发送 PTRS,其预编码与序
列根据 DMRS 端口0对应的预编码和序列确定;在表22中第二 RE (子载波#7、符号#3)对应的 PTRS
p1 由 PUSCH 端口3发送 PTRS,其预编码与序列根据 DMRS 端口13对应的预编码和序列确定。可以
理解,对应这种场景,DMRS 端口0和12共享 PTRS p0, DMRS 端口1和13共享 PTRS p1,根据指示
的 PTRS-DMRS 关联关系确定 PTRS 关联的 DMRS 端口,并根据 DMRS 端口对应的序列和时频资源以
25 及该 DMRS 端口对应的 TPMI 发送 PTRS。

此时,由于多个 PTRS 端口在同一个 OFDM 符号上频分复用(表22中 PTRS p0 和 PTRS p1 在3#
符号上频分复用),同时 PTRS 端口占用的子载波不发送 PUSCH (表22中,子载波#6、子载波#7均不
发送 PUSCH),导致同一个 PUSCH 端口如本例中的 PUSCH 端口0既不在第一 RE 发送数据,也不在
第二 RE 发送数据,故 PTRS p0 的发送可以“借用”PUSCH 端口0在第二 RE 上的发送功率进行功率提

升，也可以理解是 PUSCH 端口对于 PTRS 的功率因子在每层每 RE 上是 2 倍，对应表 22 中的 Q_p 取值为 2 时提升 3dB ($3 \times 2 - 3$)。同理，此时 PTRS 端口 1 的功率提升系数也为 3dB。

表 22

子载波/符号	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0 1 12 13								
1	0 1 12 13								
2	2 3 14 15								
3	2 3 14 15								
4	4 5 16 17								
5	4 5 16 17								
6	0 1 12 13	PTRS0	——	——	——	——	——	——	——
7	0 1 12 13	PTRS1	——	——	——	——	——	——	——
8	2 3 14 15								
9	2 3 14 15								
10	4 5 16 17								
11	4 5 16 17								
12	0 1 12 13								
13	0 1 12 13								
14	2 3 14 15								
15	2 3 14 15								
16	4 5 16 17								
17	4 5 16 17								
18	0 1 12 13								
19	0 1 12 13								
20	2 3 14 15								
21	2 3 14 15								
22	4 5 16 17								
23	4 5 16 17								
24	0 1 12 13								
25	0 1 12 13								
26	2 3 14 15								
27	2 3 14 15								
28	4 5 16 17								
29	4 5 16 17								
30	0 1 12 13	PTRS0	——	——	——	——	——	——	——
31	0 1 12 13	PTRS1	——	——	——	——	——	——	——
32	2 3 14 15								

33	2 3 14 15								
34	4 5 16 17								
35	4 5 16 17								

4. 上行最大 8T8 流的 PTRS 端口与 DMRS 端口的关联关系

随着大规模 (massive) MIMO 系统的不断演进, 收发天线的数目会进一步增加(例如, 网络设备发送天线数目支持 128T 或 256T, 终端设备接收天线数目支持 8R), 从而可以进一步支持更高的传输流数(例如上行最大 8 流), 这势必需要更多的 PTRS 端口来支撑更高的传输流数, 即需要的 PTRS 端口需大于两个。其中, PTRS 端口一般会绑定一个关联的 DMRS 端口来进行 PTRS 的发送, 因此, 也将需要更多的 DMRS 端口来支撑更高的传输流数。下面对上行大于 4 个 PUSCH 端口和大于 4 流的场景中, 确定 PTRS 端口与 DMRS 端口的关联关系的方法进行具体介绍。

1: 终端设备上报支持的最大 PTRS 端口数。

假设一个 PTRS 端口共享 PUSCH 端口的个数大于等于一流对应的 PUSCH 端口个数, 可以理解, 当 $N_g=2$ 时, 一流数据最多由 4 个 PUSCH 端口发送, 则一个 PTRS 端口最少可以对应 4 个 PUSCH 端口, 即最大 PTRS 数量 ≤ 2 。当 $N_g=4$ 时, 一流数据最多由 2 个 PUSCH 端口发送, 最大的 PTRS 端口数量 ≤ 4 。因此, 相干天线组数 N_g 与 PTRS 端口数之间的关系可以为:

当 $N_g=1$ 时, 最大 PTRS 端口数为 1 个;

当 $N_g=2$ 时, 最大 PTRS 端口数为 2 个;

当 $N_g=4$ 时, 最大 PTRS 端口数为 4 个。

也就是说, 一个 PTRS 端口可以对应一个或多个 N_g 组, 一个 N_g 组可以对应多个 PUSCH 端口。

可以理解, 该步骤还可以为: 网络设备可以向终端设备发送第一信息, 以根据第一信息为终端设备配置 PTRS 端口。其中, 第一信息可以是无线资源控制(radio resource control, RRC)信令, 即网络设备可以通过高层信令配置终端设备当前的 PTRS 端口数, 不做限定。

2: 网络设备向终端设备发送 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系。

网络设备获取终端设备最大支持的 PTRS 端口数或配置的 PTRS 端口数后, 可以根据终端设备对应的 PTRS 端口数确定 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系。网络设备可以通过高层信令通知终端设备当前的 PTRS 端口数和 PTRS-DMRS 关联关系, PTRS-DMRS 关联关系可以包括如下场景, 下面具体介绍。

(1) $N_g=1$, PTRS 端口数=1。

PTRS 端口与 DMRS 端口(表 23 中可以表示为 DMRS port, 以下表中均可以以 DMRS port 来表示 DMRS 端口)之间的关联关系(以下可以称为关联关系 A)可以如下述表 23 所示。即一个 PTRS 端口最大可以具有 8 个候选 DMRS 端口。也就是说, 当 $N_g=1$, PTRS 端口数为 1 个时, 可以指示最大 8 个候选 DMRS 端口中的一个作为 PTRS 端口绑定的 DMRS 端口索引。

表 23

比特域值 (Value)	DMRS 端口
0	第 1 个被调度的 DMRS 端口 (1 st scheduled DMRS port)
1	第 2 个被调度的 DMRS 端口 (2 nd scheduled DMRS port)
2	第 3 个被调度的 DMRS 端口 (3 rd scheduled DMRS port)
3	第 4 个被调度的 DMRS 端口 (4 th scheduled DMRS port)
4	第 5 个被调度的 DMRS 端口 (5 th scheduled DMRS port)
5	第 6 个被调度的 DMRS 端口 (6 th scheduled DMRS port)

6	第 7 个被调度的 DMRS 端口 (7 th scheduled DMRS port)
7	第 8 个被调度的 DMRS 端口 (8 th scheduled DMRS port)

(2) $N_g=2$, PTRS 端口数=2。当 $N_g=2$, PTRS 端口数=2 时, 4 个 PUSCH 端口可以共享 1 个 PTRS 端口, PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系(以下可以称为关联关系 B)可以如下表 24 所示。即一个 PTRS 端口最大可以具有 4 个候选 DMRS 端口。也就是说, 当 $N_g=2$, PTRS 端口数为 2 个时, 可以指示最大 4 个候选 DMRS 端口中的一个作为 PTRS 端口 (即 PTRS 端口 0 或 PTRS 端口 1) 绑定的 DMRS 端口索引。

表 24

MSB 值 (Value of MSB)	DMRS 端口	LSB 值 (Value of LSB)	LSB 值 (Value of LSB)
0	共享 PTRS 端口 0 的第 1 个 DMRS 端口 (1 st DMRS port which shares PTRS port 0)	0	共享 PTRS 端口 1 的第 1 个 DMRS 端口 (1 st DMRS port which shares PTRS port 1)
1	共享 PTRS 端口 0 的第 2 个 DMRS 端口 (2 nd DMRS port which shares PTRS port 0)	1	共享 PTRS 端口 1 的第 2 个 DMRS 端口 (2 nd DMRS port which shares PTRS port 1)
2	共享 PTRS 端口 0 的第 3 个 DMRS 端口 (3 rd DMRS port which shares PTRS port 0)	2	共享 PTRS 端口 1 的第 3 个 DMRS 端口 (3 rd DMRS port which shares PTRS port 1)
3	共享 PTRS 端口 0 的第 4 个 DMRS 端口 (4 th DMRS port which shares PTRS port 0)	3	共享 PTRS 端口 1 的第 4 个 DMRS 端口 (4 th DMRS port which shares PTRS port 1)

对应上述 PTRS-DMRS 关联关系, 图 5 示出了本申请实施例提供的 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系的示意图二。该示意图以上述 $N_g=2$ 时, 所对应的码本为例进行示例性说明。应理解, 码本的一行对应一个 PUSCH 端口, 码本的一列对应一个上行传输流, 也可以理解为一个 DMRS 端口。图 5 中为描述方便, 将以 DMRS 端口包括 DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 2、DMRS 端口 3、DMRS 端口 8、DMRS 端口 9、DMRS 端口 10 和 DMRS 端口 11 为例进行示例性说明。即如图 5 所示, DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3 为高位的 DMRS 端口, DMRS 端口 8、DMRS 端口 9、DMRS 端口 10 和 DMRS 端口 11 为低位的 DMRS 端口。

如图 5 所示, 当 N_g0 内的天线端口包括 PUSCH 端口 0、PUSCH 端口 1、PUSCH 端口 2 和 PUSCH 端口 3; N_g1 内的天线端口包括 PUSCH 端口 4、PUSCH 端口 5、PUSCH 端口 6 和 PUSCH 端口 7 时, PTRS 端口 0 可以与 N_g0 绑定, 即 PTRS 端口 0 对应的候选 DMRS 端口可以包括 DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3。PTRS 端口 1 可以与 N_g1 绑定, 即 PTRS 端口 1 对应的候选 DMRS 端口可以包括 DMRS 端口 8、DMRS 端口 9、DMRS 端口 10 和 DMRS 端口 11。

因此, 当 DCI 中指示 Value of MSB 取值为 1 时, PTRS 端口 0 对应的候选 DMRS 端口索引为 2, 即 PTRS 端口 0 绑定的 DMRS 端口为高位的 DMRS 端口中的第二个, 即 PTRS 端口 0 绑定的 DMRS 端口为 {DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 2、DMRS 端口 3} 中的第二个, 也就是说, PTRS 端口 0 绑定的 DMRS 端口为 DMRS 端口 1。类似的, 当 DCI 中指示 Value of LSB 取值为 2 时, PTRS 端口 1 对应的候选 DMRS 端口索引为 3, 即 PTRS 端口 1 绑定的 DMRS 端口为低位的 DMRS 端口中的第三个, 即 PTRS 端口 1 绑定的 DMRS 端口为 {DMRS 端口 8、DMRS 端口 9、DMRS 端口 10、DMRS 端口 11} 中的第三个, 也就是说, PTRS 端口 1 绑定的 DMRS 端口为 DMRS 端口 10。

(3) Ng=4, PTRS 端口数=4。

当 Ng=4, PTRS 端口数=4 时, 2 个 PUSCH 端口可以共享 1 个 PTRS 端口, PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系(以下可以称为关联关系 C)可以如下述表 25 所示。即一个 PTRS 端口最大可以具有 2 个候选 DMRS 端口。也就是说, 当 Ng=4, PTRS 端口数为 4 个时, 可以指示最大 2 个候选 DMRS 端口中的一个作为 PTRS 端口(即 PTRS 端口 0、PTRS 端口 1、PTRS 端口 2 或 PTRS 端口 3)绑定的 DMRS 端口索引。

表 25

第一个 MSB 值 (Value of 1 st MSB)	DMRS 端口		第一个 LSB 值 (Value of 1 st LSB)	DMRS 端口
0	共享 PTRS 端口 0 的第 1 个 DMRS 端口 (1 st DMRS port which shares PTRS port 0)		0	共享 PTRS 端口 1 的第 1 个 DMRS 端口 (1 st DMRS port which shares PTRS port 1)
1	共享 PTRS 端口 0 的第 2 个 DMRS 端口 2 nd DMRS port which shares PTRS port 0		1	共享 PTRS 端口 1 的第 2 个 DMRS 端口 (2 nd DMRS port which shares PTRS port 1)
第二个 MSB 值 (Value of 2 nd MSB)	DMRS 端口		第二个 LSB 值 (Value of 2 nd LSB)	DMRS 端口
0	共享 PTRS 端口 2 的第 1 个 DMRS 端口 (1 st DMRS port which shares PTRS port 2)		0	共享 PTRS 端口 3 的第 1 个 DMRS 端口 (1 st DMRS port which shares PTRS port 3)
1	共享 PTRS 端口 2 的第 2 个 DMRS 端口 (2 nd DMRS port which shares PTRS port 2)		1	共享 PTRS 端口 3 的第 2 个 DMRS 端口 (2 nd DMRS port which shares PTRS port 3)

图 6 为本申请实施例提供的 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系的示意图三, 如图 6 所示, 该示意图以上述 Ng=4 时, 所对应的码本为例进行示例性说明。类似的, 图 6 中为描述方便, 将以 DMRS 端口包括 DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 2、DMRS 端口 3、DMRS 端口 8、DMRS 端口 9、DMRS 端口 10 以及 DMRS 端口 11 为例进行示例性说明。即如图 6 所示, DMRS 端口 0 和 DMRS 端口 1 为第一高位的 DMRS 端口, DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3 为第二高位的 DMRS 端口, DMRS 端口 8 和 DMRS 端口 9 为第一低位的 DMRS 端口, DMRS 端口 10 和 DMRS 端口 11 为第二低位的 DMRS 端口。

如图 6 所示, 当 Ng0 内的天线端口包括 PUSCH 端口 0 和 PUSCH 端口 1, Ng1 内的天线端口包括 PUSCH 端口 2 和 PUSCH 端口 3, Ng2 内的天线端口包括 PUSCH 端口 4 和 PUSCH 端口 5, Ng3 内的天线端口包括 PUSCH 端口 6 和 PUSCH 端口 7 时, PTRS 端口 0 可以与 Ng0 绑定, PTRS 端口 1 可以与 Ng1 绑定, PTRS 端口 2 可以与 Ng2 绑定, PTRS 端口 3 可以与 Ng3 绑定。也就是说, PTRS 端口 0 对应的候选 DMRS 端口可以包括 DMRS 端口 0 和 DMRS 端口 1。PTRS 端口 2 对应的候选 DMRS 端口可以包括 DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3。PTRS 端口 1 对应的候选 DMRS 端口可以包括 DMRS 端口 8 和 DMRS 端口 9。PTRS 端口 3 对应的候选 DMRS 端口可以包括 DMRS 端口 10 和 DMRS 端口 11。

因此, 当 DCI 指示 Value of 1st MSB 取值为 0 时, PTRS 端口 0 对应的候选 DMRS 端口索引为 1, 即 PTRS 端口 0 绑定的 DMRS 端口为第一高位的 DMRS 端口中的第一个, 即 PTRS 端口 0 绑定的 DMRS 端口为 {DMRS 端口 0、DMRS 端口 1} 中的第一个, 也就是说, PTRS 端口 0 绑定的 DMRS 端口为 DMRS 端口 0。类似的, 当 DCI 指示 Value of 2nd LSB 取值为 1 时, PTRS 端口 3 对应的候选 DMRS 端口索引

为 2，即 PTRS 端口 3 绑定的 DMRS 端口为第二低位的 DMRS 端口中的第二个，也就是说，PTRS 端口 3 绑定的 DMRS 端口为 {DMRS 端口 10、DMRS 端口 11} 中的第二个，即 PTRS 端口 3 绑定的 DMRS 端口为 DMRS 端口 11。

(4) $N_g=4$ ，PTRS 端口数=2。

- 5 应理解，当 $N_g=4$ 时，存在只有 2 个 PTRS 端口的可能性，此时，可以确定两组 N_g 之间的绑定关系，或者直接确定 PUSCH 端口与 PTRS 端口之间的绑定关系，使得最大 4 个 PUSCH 端口可以共享 1 个 PTRS 端口。因此，当 $N_g=4$ ，PTRS 端口数=2 时，4 个 PUSCH 端口可以共享 1 个 PTRS 端口，PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系(以下可以称为关联关系 D)可以如下述表 26 所示。即一个 PTRS 端口最大可具有 4 个候选 DMRS 端口。也就是说，当 $N_g=4$ ，PTRS 端口数为 2 个时，可以指示最大 4 个
- 10 候选 DMRS 端口中的一个作为 PTRS 端口(即 PTRS 端口 0 或 PTRS 端口 1)绑定的 DMRS 端口索引。

表 26

MSB 值 (Value of MSB)	DMRS 端口		LSB 值 (Value of LSB)	DMRS 端口
0	共享 PTRS 端口 0 的第 1 个 DMRS 端口 (1 st DMRS port which shares PTRS port 0)		0	共享 PTRS 端口 1 的第 1 个 DMRS 端口 (1 st DMRS port which shares PTRS port 1)
1	共享 PTRS 端口 0 的第 2 个 DMRS 端口 (2 nd DMRS port which shares PTRS port 0)		1	共享 PTRS 端口 1 的第 2 个 DMRS 端口 (2 nd DMRS port which shares PTRS port 1)
2	共享 PTRS 端口 0 的第 3 个 DMRS 端口 (3 rd DMRS port which shares PTRS port 0)		2	共享 PTRS 端口 1 的第 3 个 DMRS 端口 (3 rd DMRS port which shares PTRS port 1)
3	共享 PTRS 端口 0 的第 4 个 DMRS 端口 (4 th DMRS port which shares PTRS port 0)		3	共享 PTRS 端口 1 的第 4 个 DMRS 端口 (4 th DMRS port which shares PTRS port 1)

- 图 7 为本申请实施例提供的 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系的示意图四，如图 7 所示，该示意图以上述 $N_g=4$ 时，所对应的码本为例进行示例性说明。类似的，图 7 中为描述方便，将以 DMRS 端口包括 DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 2、DMRS 端口 3、DMRS 端口 8、DMRS 端口 9、DMRS 端口 10 以及 DMRS 端口 11 为例进行示例性说明。其中，如图 7 所示，DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3 为高位的 DMRS 端口，DMRS 端口 8、DMRS 端口 9、DMRS 端口 10 和 DMRS 端口 11 为低位的 DMRS 端口。
- 15

- 如图 7 所示，当 $N_g=4$ ，PTRS 端口数=2 时，若 N_g0 内的天线端口包括 PUSCH 端口 0 和 PUSCH 端口 1， N_g1 内的天线端口包括 PUSCH 端口 2 和 PUSCH 端口 3， N_g2 内的天线端口包括 PUSCH 端口 4 和 PUSCH 端口 5， N_g3 内的天线端口包括 PUSCH 端口 6 和 PUSCH 端口 7，PTRS 端口 0 可以与 N_g0 和 N_g1 绑定，PTRS 端口 1 可以与 N_g2 与 N_g3 绑定。即 PTRS 端口 0 对应的候选 DMRS 端口可以包括 DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 2 和 DMRS 端口 3。PTRS 端口 1 对应的候选 DMRS 端口可以包括 DMRS 端口 8、DMRS 端口 8、DMRS 端口 10 和 DMRS 端口 11。
- 20

- 因此，当 DCI 指示 Value of MSB 取值为 2 时，PTRS 端口 0 对应的候选 DMRS 端口索引为 3，即 PTRS 端口 0 绑定的 DMRS 端口为 {DMRS 端口 0、DMRS 端口 1、DMRS 端口 2、DMRS 端口 3} 中的第三个，也就是说，PTRS 端口 0 绑定的 DMRS 端口为 DMRS 端口 2。类似的，当 DCI 指示 Value of LSB 取值为 0 时，PTRS 端口 1 对应的候选 DMRS 端口索引为 1，也就是说，PTRS 端口 1 绑定的 DMRS 端口为 {DMRS 端口 8、DMRS 端口 9、DMRS 端口 10、DMRS 端口 11} 中的第一个，即 PTRS 端口 1 绑定的 DMRS 端口为 DMRS 端口 8。
- 25

3: 终端设备根据接收到的 PTRS-DMRS 关联关系指示, 确定 PTRS 绑定的候选 DMRS 端口索引, 并根据 DMRS 端口索引、当次调度的 MCS 及当次调度的 RB 个数, 确定 PTRS 发送的时频资源和序列。

可以理解, 网络设备将 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系发送给终端设备时, 还可以向终端设备发送对应的码字信息(例如 MCS)、预编码矩阵索引(TPMI)和传输层数指示信息(number of layers), 以及 DMRS 端口指示信息。例如, 可以通过同一 DCI 信令向终端设备发送对应的 MCS、TPMI、传输层数指示信息, 以及 DMRS 端口指示信息。

终端设备可以根据 TPMI、传输层数指示信息, 以及 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系, 确定将 PTRS 端口对应的 DMRS 端口索引。随后, 终端设备可以根据 PTRS 端口对应的 DMRS 端口索引和 DMRS 端口指示信息确定 PTRS 端口对应的 DMRS 端口, 并可以根据 PTRS 端口对应的 DMRS 端口、当次调度的 MCS 以及当次调度的 RB 个数, 确定 PTRS 对应的时频资源和序列, 从而根据 PTRS 对应的时频资源和序列进行 PTRS 的映射与发送。

具体地, 终端设备可以根据前述的 PTRS 的时频资源映射方式, 来确定 PTRS 对应的时频资源和序列, 即可以根据 $a_{k,l}^{(p,\mu)} = \beta_{PT-RS,i} r_k$ 来确定 PTRS 对应的时频资源和序列, 以根据确定的 PTRS 对应的时频资源和序列来进行 PTRS 的映射与发送。需要说明的是, 在扩充 DMRS 端口后, k_{ref}^{RE} 的取值可以根据下述表 27 来确定。

表 27

DMRS 端口 p	k_{ref}^{RE}							
	Type 1 DMRS				Type 2 DMRS			
	资源元素偏移				资源元素偏移			
	offset0	offset0	offset1	offset1	offset0	offset0	offset1	offset1
	0	1	0	1	0	1	0	1
1000	0	2	6	8	0	1	6	7
1001	2	4	8	10	1	6	7	0
1002	1	3	7	9	2	3	8	9
1003	3	5	9	11	3	8	9	2
1004	-	-	-	-	4	5	10	11
1005	-	-	-	-	5	10	11	4
1008	6	8	0	2	-	-	-	-
1009	8	10	2	4	-	-	-	-
1010	7	9	1	3	-	-	-	-
1011	9	11	3	5	-	-	-	-
1012	-	-	-	-	6	7	0	1
1013	-	-	-	-	7	0	1	6
1014	-	-	-	-	8	9	2	3
1015	-	-	-	-	9	2	3	8
1016	-	-	-	-	10	11	4	5
1017	-	-	-	-	11	4	5	10

4: 终端设备根据确定的 PTRS 端口对应的时频资源和序列映射, 发送 PTRS。

需要说明的是, 对于上行大于 4 个 PUSCH 端口和传输流数大于 4 流的传输, 可以存在两个码字 (codeword, CW) 的情形。当存在两个 CW 时, 网络设备可以根据每一个 CW 对应的 MCS, 确定 MCS 较大或较强的 CW, 并确定该 CW 对应的 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系, 以将候选 DMRS 端口的数量从最大 8 个降低至最大 4 个, 可以减少 DCI 的指示开销。

当两个 CW 对应的 MCS 相等时, 可以根据默认 CW 来确定 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系。其中, 默认 CW 为序号最小的码字。由于该 CW 对应的 DMRS 端口可能仅能作为一个 PTRS 端口关联的候选 DMRS 端口, 可能会导致至少一个 PTRS 端口无法通过关联关系表来精确确定关联的 DMRS 端口。对于无法通过关联关系表精确确定关联的 DMRS 端口, 通过默认规则将另一个 PTRS 端口能关联的候选 DMRS 端口中的某个默认 DMRS 端口绑定至该 PTRS 端口, 例如默认规则可以是“DMRS 端口号最小的 DMRS 端口”。

例如, 图 8 为本申请实施例提供的 PTRS 端口与 DMRS 端口之间的关联关系的示意图五, 如图 8 所示, 8 发 8 流的传输对应的码本 A 包括 CW0 和 CW1 两个, CW0 和 CW1 分别只对应一个 PTRS 端

口, 例如, CW0 对应码本 A 的第 0 列至第 3 列, CW1 对应码本 A 的第 4 列至第 7 列, CW0 对应 PTRS 端口 0, CW1 对应 PTRS 端口 1, 也就是说, CW0 包含的 4 层传输流发送的 PUSCH 端口(即 PUSCH 端口 0 至 PUSCH 端口 3)对应 PTRS 端口 0, CW1 包含的 4 层传输流发送的 PUSCH 端口(即 PUSCH 端口 4 至 PUSCH 端口 7)对应 PTRS 端口 1, 此时, PTRS 端口 0 与 DMRS 端口之间的关联关系可以根据下述表 28 确定。

表 28

比特域值 (Value)	DMRS 端口
0	共享 PTRS 端口 0 的第 1 个 DMRS 端口 (1 st DMRS port which shares PTRS port 0)
1	共享 PTRS 端口 0 的第 2 个 DMRS 端口 (2 nd DMRS port which shares PTRS port 0)
2	共享 PTRS 端口 0 的第 3 个 DMRS 端口 (3 rd DMRS port which shares PTRS port 0)
3	共享 PTRS 端口 0 的第 4 个 DMRS 端口 (4 nd DMRS port which shares PTRS port 0)

对于 Type2 DMRS, 若 DCI 调度的 DMRS 端口为{0, 1, 2, 3, 12, 13, 14, 15}, 如图 8 所示, PTRS 端口 0 关联的候选 DMRS 端口可以为{0, 1, 2, 3}, 此时, 若 DCI 指示 Value 取值为 1, 则 PTRS 端口 0 绑定的 DMRS 端口可以为候选 DMRS 端口{0, 1, 2, 3}中的第 2 个, 即 PTRS 端口 0 绑定 DMRS 端口 1。PTRS 端口 1 可以通过默认规则来确定所绑定的 DMRS 端口, 例如默认规则可以为选择可以绑定的 DMRS 端口中 DMRS 端口号最小的 DMRS 端口, 即 PTRS 端口 1 绑定的 DMRS 端口可以为 DMRS 端口{12, 13, 14, 15}中端口号最小的 DMRS 端口, 也就是说, PTRS 端口 1 可以绑定 DMRS 端口 12。

此时, 假设高层参数 resourceElementoffset 字段配置为'offset01', 则终端设备可以根据 PTRS 端口 0 与 DMRS 端口 1 的绑定关系确定出 PTRS 端口 0 对应的频域资源位置为子载波#6, 同理, 终端设备可以根据 PTRS 端口 1 与 DMRS 端口 12 的绑定关系确定出 PTRS 端口 1 对应的频域资源位置为子载波#7。

可以理解, 如图 8 所示, CW0 还可以对应码本第 0 列、第 1 列、第 6 列和第 7 列, CW1 对应码本的第 2 列、第 3 列、第 4 列和第 5 列; 或者, CW0 还可以对应码本的第 0 列、第 1 列、第 2 列和第 7 列, CW1 还可以对应码本的第 3 列、第 4 列、第 5 列和第 6 列等, 不做限定。

然而, 在 CW0 与 CW1 对应的 MCS 不同, 也即, 两个 PTRS 端口对应两个 MCS 不同时, 如何确定两个 PTRS 端口对应的时域密度, 是亟需解决的技术问题。

综上, 针对上述技术问题, 本申请实施例提出了如下技术方案, 用以在两个 PTRS 端口对应两个 MCS 时, 确定两个 PTRS 端口对应的时域密度。

下面将结合附图, 对本申请实施例中的技术方案进行描述。

本申请实施例的技术方案可以应用于各种通信系统, 例如无线保真(wireless fidelity, WiFi)系统, 车联网(vehicle to everything, V2X)通信系统、设备间(device-to-device, D2D)通信系统、4G, 如长期演进(long term evolution, LTE)系统、全球互联微波接入(worldwide interoperability for microwave access, WiMAX)通信系统、5G, 如新空口(new radio, NR)系统, 以及未来的通信系统等。

本申请将围绕可包括多个设备、组件、模块等的系统来呈现各个方面、实施例或特征。应当理解和

明白的是，各个系统可以包括另外的设备、组件、模块等，并且/或者可以并不包括结合附图讨论的所有设备、组件、模块等。此外，还可以使用这些方案的组合。

另外，在本申请实施例中，“示例的”、“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”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其它实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用示例一词旨在以具体方式呈现概念。

本申请实施例中，“信息 (information)”，“信号 (signal)”，“消息 (message)”，“信道 (channel)”、“信令 (signaling)”有时可以混用，应当指出的是，在不强调其区别时，其所要表达的含义是匹配的。“的 (of)”，“相应的 (corresponding, relevant)”和“对应的 (corresponding)”有时可以混用，应当指出的是，在不强调其区别时，其所要表达的含义是匹配的。此外，本申请提到的“/”可以用于表示“或”的关系。可以理解，在本申请中，“指示”可以包括直接指示、间接指示、显示指示、隐式指示。当描述某一指示信息用于指示 A 时，可以理解为该指示信息携带 A、直接指示 A，或间接指示 A。

本申请中，指示信息所指示的信息，称为待指示信息。在具体实现过程中，对待指示信息进行指示的方式有很多种，例如但不限于，可以直接指示待指示信息，如待指示信息本身或者该待指示信息的索引等，也可以通过指示其他信息来间接指示待指示信息，其中，该其他信息与待指示信息之间存在关联关系。还可以仅仅指示待指示信息的一部分，而待指示信息的其他部分则是已知的或者提前约定的。例如，还可以借助预先约定（例如协议规定）的各个信息的排列顺序来实现对特定信息的指示，从而在一定程度上降低指示开销。

待指示信息可以作为一个整体一起发送，也可以分成多个子信息分开发送，而且这些子信息的发送周期和/或发送时机可以相同，也可以不同。具体发送方法本申请不进行限定。其中，这些子信息的发送周期和/或发送时机可以是预先定义的，例如根据协议预先定义的，也可以是发射端设备通过向接收端设备发送配置信息来配置的。

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。

为便于理解本申请实施例，首先以图 9 中示出的通信系统为例详细说明适用于本申请实施例的通信系统。示例性的，图 9 为本申请实施例提供的通信方法所适用的一种通信系统的架构示意图。

如图 9 所示，该通信系统主要包括：网络设备和终端设备。

其中，终端设备可以是一个或多个，如第一终端设备、第二终端设备、第三终端设备等。终端设备可以是具有收发功能的终端设备，或也可以是设置于该终端设备的芯片或芯片系统。该终端设备也可以称为用户设备 (user equipment, UE)、接入终端设备、用户单元 (subscriber unit)、用户站、移动站 (mobile station, MS)、移动台、远方站、远程终端设备、移动设备、用户终端设备、终端设备、无线通信设备、用户代理或用户装置。本申请的实施例中的终端设备可以是手机 (mobile phone)、蜂窝电话 (cellular phone)、智能电话 (smart phone)、平板电脑 (Pad)、无线数据卡、个人数字助理电脑 (personal digital assistant, PDA)、无线调制解调器 (modem)、手持设备 (handset)、膝上型电脑 (laptop computer)、机器类型通信 (machine type communication, MTC) 终端设备、带无线收发功能的电脑、虚拟现实 (virtual reality, VR) 终端设备、增强现实 (augmented reality, AR) 终端设备、智能家居设备（例如，冰箱、电视、空调、电表等）、智能机器人、机械臂、车间设备、无人驾驶中的无线终端设备、工业控制 (industrial control) 中的无线终端设备、无人驾驶 (self driving) 中的无线终端设备、远程医疗 (remote medical) 中的无线终端设备、智能电网 (smart grid) 中的无线终端设备、运输安全 (transportation safety) 中的无线终端设备、智慧城市 (smart city) 中的无线终端设备、智慧家庭 (smart home) 中的无线终端设备、车载终端设备、具有终端设备功能的路边单元 (road side unit, RSU) 等、飞行设备（例如，智能机器人、热气球、无人机、飞机）等。本申请的终端设备还可以是作为一个或多个部件或者单元而内置于车辆的车载模块、车载模组、车载部件、车载芯片或者车载单元。终端设备还可以是其他具有终端设备功能的设备，例如，终端设备还可以是 D2D 通信中担任终端设备功能的设备。

本申请的实施例对终端设备的形态不做限定，用于实现终端设备的功能的装置可以是终端设备；也可以是能够支持终端设备实现该功能的装置，例如芯片系统。该装置可以被安装在终端设备中或者和终端设备匹配使用。本申请实施例中，芯片系统可以由芯片构成，也可以包括芯片和其他分立器件。

网络设备可以是多个，如第一网络设备、第二网络设备、第三网络设备等。网络设备可以是具有无线收发功能的设备，或也可以是设置于该设备的芯片或芯片系统，位于通信系统的接入网（access network, AN），用以终端提供接入服务。例如，网络设备可以被称为无线接入网设备（radio access network, RAN）设备，具体可以是下一代移动通信系统，例如 6G 的接入网设备，例如 6G 基站，或者在下一代移动通信系统中，网络设备也可以有其他命名方式，其均涵盖在本申请实施例的保护范围以内，本申请对此不做任何限定。或者，网络设备也可以包括 5G，如新空口（new radio, NR）系统中的 gNB，或，5G 中的基站的一个或一组（包括多个天线面板）天线面板，或者，还可以为构成 gNB、传输点（transmission and reception point, TRP 或者 transmission point, TP）或传输测量功能（transmission measurement function, TMF）的网络节点，如集中式单元（central unit, CU），分布式单元（distributed unit, DU），CU-控制面（control plane, CP），CU-用户面（user plane, UP），或者无线单元（radio unit, RU）、具有基站功能的 RSU，或者有线接入网关，或者 5G 的核心网网元等。或者，网络设备还可以包括：无线保真（wireless fidelity, WiFi）系统中的接入点（access point, AP），无线中继节点、无线回传节点、各种形式的宏基站、微基站（也称为小站）、中继站、接入点、可穿戴设备、车载设备等等。

其中，CU 和 DU 可以是单独设置，或者也可以包括在同一个网元中，例如基带单元（baseband unit, BBU）中。RU 可以包括在射频设备或者射频单元中，例如包括在射频拉远单元（remote radio unit, RRU）、有源天线处理单元（active antenna unit, AAU）或远程射频头（remote radio head, RRH）中。可以理解的是，网络设备可以为 CU 节点、或 DU 节点、或包括 CU 节点和 DU 节点的设备。此外，CU 可以划分为接入网 RAN 中的网络设备，也可以将 CU 划分为核心网 CN 中的网络设备，在此不做限制。

在不同系统中，CU（或 CU-CP 和 CU-UP）、DU 或 RU 也可以有不同的名称，但是本领域的技术人员可以理解其含义。例如，在 ORAN 系统中，CU 也可以称为 O-CU（开放式 CU），DU 也可以称为 O-DU，CU-CP 也可以称为 O-CU-CP，CU-UP 也可以称为 O-CU-UP，RU 也可以称为 O-RU。为描述方便，本申请中以 CU，CU-CP，CU-UP、DU 和 RU 为例进行描述。本申请中的 CU（或 CU-CP、CU-UP）、DU 和 RU 中的任一单元，可以通过软件模块、硬件模块、或者软件模块与硬件模块结合来实现。

本申请实施例中，对网络设备的形态不作限定，用于实现网络设备的功能的装置可以是网络设备；也可以是能够支持网络设备实现该功能的装置，例如芯片系统。该装置可以被安装在网络设备中或者和网络设备匹配使用。

在该通信系统中，两个 PTRS 端口对应两个 MCS，如，第一 MCS 和第二 MCS 时，第一 PTRS 端口对应的第一时域密度可以根据网络设备指示的第一 MCS 和/或第二 MCS 来确定，第二 PTRS 端口对应的时域密度也可以根据网络设备指示的第一 MCS 和/或第二 MCS 来确定，如此，终端设备可以确定出第一 PTRS 端口对应的第一时域密度和第二 PTRS 端口对应的第二时域密度，以用于终端设备后续在第一 PTRS 端口上发送第一 PTRS，以及在第二 PTRS 端口上发送第二 PTRS，从而可以提高通信的可靠性和通信效率。

可以理解，图 9 为便于理解而示例的简化示意图，该通信系统中还可以包括其他网络设备，和/或，其他终端装置，图 9 未予以画出。

方便理解，下面将结合图 10-图 13 对本申请实施例提供的通信方法进行具体阐述。本申请实施例适用于单个终端支持大于 4 和/或大于 4 层传输的场景，下面以该场景对本申请实施例提供的通信方法进行具体介绍。

示例性的，图 10 为本申请实施例提供的一种通信方法的流程示意图。该方法可以适用于上述通信系统中终端装置与网络设备之间的通信。

具体的，如图 10 所示，该通信方法的流程如下：

S1001，网络设备发送第一指示信息。终端设备接收第一指示信息。

其中，第一指示信息可以为 DCI 信令，DCI 信令可以包括传输块（transport block）指示信息、PUSCH 预编码和 precoding information and number of layers 信息、SRS 资源指示（SRS resource indicator）信息、天线端口（antenna port(s)，DMRS 端口或端口组合）指示信息和 PTRS-DMRS 关联（PTRS-DMRS association）等。

传输块指示信息可以包括两个码字信息，分别为第一码字信息和第二码字信息。第一码字信息可以包括第一 MCS、新数据指示（new data indicator, NDI）和冗余版本（redundancy version, RV）指示。

第二码字信息可以包括第二 MCS、NDI 和 RV 指示。
第一 MCS 与第二 MCS 的取值可以根据下述表 29-表 31 中的任一个表来确定，不做限定。

表 29

MCS 索引 I_{MCS}	调制阶数 Q_m	目标码率接收 [$/1024$]	频谱效率
0	2	120	0.2344
1	2	157	0.3066
2	2	193	0.3770
3	2	251	0.4902
4	2	308	0.6016
5	2	379	0.7402
6	2	449	0.8770
7	2	526	1.0273
8	2	602	1.1758
9	2	679	1.3262
10	4	340	1.3281
11	4	378	1.4766
12	4	434	1.6953
13	4	490	1.9141
14	4	553	2.1602
15	4	616	2.4063
16	4	658	2.5703
17	6	438	2.5664
18	6	466	2.7305
19	6	517	3.0293
20	6	567	3.3223
21	6	616	3.6094
22	6	666	3.9023
23	6	719	4.2129
24	6	772	4.5234
25	6	822	4.8164
26	6	873	5.1152
27	6	910	5.3320
28	6	948	5.5547
29	2	预留	
30	4	预留	
31	6	预留	

表 30

MCS 索引 I_{MCS}	调制阶数 Q_m	目标码率接收 [$/1024$]	频谱效率
0	2	120	0.2344
1	2	193	0.3770
2	2	308	0.6016
3	2	449	0.8770

4	2	602	1.1758
5	4	378	1.4766
6	4	434	1.6953
7	4	490	1.9141
8	4	553	2.1602
9	4	616	2.4063
10	4	658	2.5703
11	6	466	2.7305
12	6	517	3.0293
13	6	567	3.3223
14	6	616	3.6094
15	6	666	3.9023
16	6	719	4.2129
17	6	772	4.5234
18	6	822	4.8164
19	6	873	5.1152
20	8	682.5	5.3320
21	8	711	5.5547
22	8	754	5.8906
23	8	797	6.2266
24	8	841	6.5703
25	8	885	6.9141
26	8	916.5	7.1602
27	8	948	7.4063
28	2	预留	
29	4	预留	
30	6	预留	
31	8	预留	

表 31

MCS 索引 I_{MCS}	调制阶数 Q_m	目标码率接收 [$/1024$]	频谱效率
0	2	30	0.0586
1	2	40	0.0781
2	2	50	0.0977
3	2	64	0.1250

4	2	78	0.1523
5	2	99	0.1934
6	2	120	0.2344
7	2	157	0.3066
8	2	193	0.3770
9	2	251	0.4902
10	2	308	0.6016
11	2	379	0.7402
12	2	449	0.8770
13	2	526	1.0273
14	2	602	1.1758
15	4	340	1.3281
16	4	378	1.4766
17	4	434	1.6953
18	4	490	1.9141
19	4	553	2.1602
20	4	616	2.4063
21	6	438	2.5664
22	6	466	2.7305
23	6	517	3.0293
24	6	567	3.3223
25	6	616	3.6094
26	6	666	3.9023
27	6	719	4.2129
28	6	772	4.5234
29	2	预留	
30	4	预留	
31	6	预留	

上述表 29-表 31 中的参数包括：MCS 索引（MCS index, I_{MCS} ）、调制阶数（modulation order, Q_m ）、目标码率（target code rate）和频谱效率（spectral efficiency）。可以理解，一个 I_{MCS} 分别对应一组 Q_m 、目标码率和频谱效率。

5 将第一 MCS 记为 I_{MCS1} ，将第二 MCS 记为 I_{MCS2} ，网络设备可以通过 DCI 信令指示 I_{MCS1} 和 I_{MCS2} ，例如，网络设备可以通过 DCI 信令指示 I_{MCS1} 为 10，以及 I_{MCS2} 为 25。

需要说明的是，上述表 29-表 31 所示的 MCS 索引对应的各个 I_{MCS} 包括的调制阶数、目标码率、和频谱效率仅为示例，本申请实施例对 MCS 索引与 MCS 的对应关系不做具体限定，例如，表 29-表 31 中从上到下 MCS 索引的值也可以是递减的，即第一行的 MCS 对应的 MCS 索引为 31，第二行的 MCS 对应的 MCS 索引为 30，以此类推，最后一行的 MCS 对应的 MCS 索引为 0，本申请实施例对此不做限

定。

可以理解, 根据上述技术术语部分的介绍可知, 第一指示信息指示第一 MCS 和第二 MCS 的原因可以为: 两个 PTRS 端口分别对应一个 CW, 例如, 如图 8 所示, PTRS 端口 0 对应 CW0, PTRS 端口 1 对应 CW1, 此时, 网络设备需要通过第一指示信息来指示两个 CW 对应的 MCS, 如第一 MCS 和第二 MCS。需要说明的是, 第一 MCS 和第二 MCS 可以承载在同一个第一指示信息中, 也可以分别承载在不同的第一指示信息中, 不做限定。例如, 网络设备可以通过一个第一指示信息来指示第一 MCS 和第二 MCS; 又例如, 网络设备可以通过第一指示信息#1 来指示第一 MCS, 以及通过第一指示信息#2 来指示第二 MCS。

NDI 可以用于指示当前调度是新传还是重传。

RV 指示可以用于指示每个混合自动重传请求 (hybrid automatic repeat request, HARQ) 子包在缓冲器中的起始位置。PUSCH 预编码可以为预编码矩阵指示 TPMI, TPMI 可以用于确定 PUSCH 传输模式, PUSCH 传输模式可以包括全相干传输模式、部分相干传输模式、非相干传输模式、非码本传输模式等。TPMI 对应一个预编码矩阵, 预编码矩阵可以包括 X 个上行物理上行共享信道 PUSCH/探测参考信号 SRS 端口, 以及 Y 个数据层, 每个数据层对应一个 DMRS 端口, 在本申请实施例中, X 大于 4, 和/或 Y 大于 4。网络设备可以通过 DCI 信令向终端设备发送 TPMI, 终端设备可以根据 TPMI 确定出预编码矩阵, 例如, 终端设备根据 TPMI 确定出的预编码矩阵如图 8 中所示, 其中, PTRS 端口 0 对应该预编码矩阵的前 4 行, PTRS 端口 1 对应该预编码矩阵的后 4 行。

传输层数也可以称为上行传输流数、或者空间层数, 可以理解, 一个 DMRS 端口与一个传输流数相对应, 或者, 预编码矩阵的一列对应一个上传输层。因此, 传输层数指示可以表示终端设备对应的传输层数, 或者, 终端设备对应的 DMRS 端口数目。可以理解, 在本申请实施例中, 传输层数信息指示的传输层数大于 4, 且小于等于 8, 也即, 终端设备的上行传输流数可以为 5、6、7 或 8, 本申请实施例对此不做限定。方便理解, 本申请实施例以上行传输流数为 8 进行介绍, 后续不再赘述。

SRS 资源指示信息用于指示基于非码本传输的 PUSCH 预编码和传输层数。

下面对终端设备发送 PTRS 的具体步骤进行介绍。

步骤 a: 终端设备可以根据 DMRS 端口指示信息, 以及 PTRS-DMRS 关联关系, 确定每个 PTRS 端口关联的 DMRS 端口。

其中, DMRS 端口指示可以参照上述表 7-表 14, 不再赘述; PTRS-DMRS 关联关系可以参照上述表 18 和表 19。

可以理解, 表 22-表 25 以及其对应的 PTRS-DMRS 关联确定流程也可以用于本申请实施例确定 PTRS 端口关联的 DMRS 端口, 不做限定。上述天线端口组合指示, 仅作为一种可能的示例, 天线端口组合还可以有别的组合, 每种组合下都可以根据前述方法中的任一种确定 PTRS 关联的 DMRS, 不做限定。例如, 对于 Type2 DMRS, 若 DCI 调度的 DMRS 端口为 {0, 1, 2, 3, 12, 13, 14, 15}, 对于 Type2 DMRS PTRS 端口 0 关联的候选 DMRS 端口可以为 {0, 1, 2, 3}, 此时, 若 DCI 指示 Value 取值为 1, 则 PTRS 端口 0 绑定的 DMRS 端口可以为候选 DMRS 端口 {0, 1, 2, 3} 中的第 4 个, 即 PTRS 端口 0 绑定 DMRS 端口 1。PTRS 端口 1 可以通过默认规则来确定所绑定的 DMRS 端口, 例如默认规则可以为选择可以绑定的 DMRS 端口中 DMRS 端口号最小的 DMRS 端口, 即 PTRS 端口 1 绑定的 DMRS 端口可以为 DMRS 端口 {12, 13, 14, 15} 中端口号最小的 DMRS 端口, 也就是说, PTRS 端口 1 可以绑定 DMRS 端口 12。

步骤 b: 终端设备可以根据每个 PTRS 端口关联的 DMRS 端口、PTRS 时频域密度, 和 PTRS 时频资源映射确定 PTRS 时频资源。

PTRS 的时域资源映射与 DMRS 的时域资源映射类似, PTRS 的频域资源映射可以根据 PTRS 端口与 DMRS 端口的对应关系确定。例如, 根据上述表 17 所示, 假设高层参数 resourceElementoffset 字段配置为 'offset01', 则终端设备可以根据 PTRS 端口 0 与 DMRS 端口 3 的绑定关系确定出 PTRS 端口 0 对应的频域资源位置为子载波#6, 同理, 终端设备可以根据 PTRS 端口 1 与 DMRS 端口 12 的绑定关系确定出 PTRS 端口 1 对应的频域资源位置为子载波#7。

可以理解, 上述表 17 仅为作为一种可能的示例, 不限于实施例中描述的表 17 对应的流程。PTRS 对应的时域位置¹可以按照上述技术术语“2. PTRS”中的步骤 1-步骤 4 的相关介绍, 不再赘述。

PTRS 时域密度可以根据当次调度的 MCS (如上述第一 MCS 和第二 MCS) 来确定, 具体介绍可以

参考下述步骤 S1002 和 S1003 中的相关介绍。

PTRS 频域密度可以根据当次调度的 RB 个数来确定，具体实现过程与上述表 4 所示的判断过程类似，可以参考理解，不做赘述。

步骤 c: 终端设备根据 TPMI、传输层数、PTRS 端口数和 ptrs-Power 字段确定 PTRS 发送功率。

5 对于 8T 下最大 8 流的 PUSCH 传输，PTRS 端口的功率系数根据表 32 确定，下面具体介绍。

表 32

上行 PTRS 功 率 / α_{PTRS}^{PUSCH}	PUSCH 的层数 n_{layer}^{PUSCH}		
	1~8		
	全相干	部分相干	不相关和基于非码本
00	$10^{-10}(\quad)$		$10^{-10}(\quad)$
01	$10^{-10}(\quad)$	$10^{-10}(\quad)$	$10^{-10}(\quad)$
10	预留		
11	保留		

根据上述表 32 可知，对于全相干传输，PTRS 端口功率与 4T 下准则相同，例如，若 PUSCH 传输模式为全相干传输时， $P=10^{-10}(\quad)$ ，也即，每个 PTRS 端口的功率系数只与总的上行传输层数有关。

10 对于部分相干传输，若 ptrs-Power 的取值可以为 00 时，每个 PTRS 端口的功率系数可以为 $P1 = \{10^{-10}(\quad) + 10^{-10}(\quad), 10^{-10}(\quad)\}$ 或者， $P2 = 10^{-10}(\quad) + 10^{-10}(\quad) = 10^{-10} * 10^{-10}(\quad)$ ；其中， $\quad$ 为与 PTRS 端口 x 关联的 PUSCH 传输层相干传输的 PUSCH 层数， $\quad$ 为 PTRS 端口数，本申请实施对终端设备使用 P1，还是 P2 计算功率系数，不做限定；若 ptrs-Power 的取值可以为 01 时， $P=10^{-10}(\quad)$ ，也即，每个 PTRS 端口的功率系数只与总的上行传输层数有关。

15 对于不相干传输和基于非码本传输，若 ptrs-Power 的取值可以为 00 时， $P=10^{-10}(\quad)$ ，也即，每个 PTRS 端口的功率系数只与 PTRS 端口数有关；若 ptrs-Power 的取值可以为 01 时， $P=10^{-10}(\quad)$ ，也即，每个 PTRS 端口的功率系数只与总的上行传输层数有关。

终端设备可以根据上述表 32 确定出每个 PTRS 端口的功率系数 α_{PTRS}^{PUSCH} ，之后，终端设备可以

根据 $\rho_{PTRS}^{PUSCH} = -\alpha_{PTRS}^{PUSCH}$ 和 $\beta_{PTRS} = 10^{-\frac{\rho_{PTRS}^{PUSCH}}{20}}$ 的关系，确定出每个 PTRS 端口对应的 β_{PT-RS} 。

20 可以理解，本申请实施例对终端设备确定 PTRS 时频资源和 PTRS 发送功率的先后顺序不做限定。

步骤 d: 终端设备可以根据 PTRS 时频资源和功率系数，和预定义的 PTRS 信号生成公式，发送 PTRS。

终端可以根据 $a_{k,l}^{(p,\mu)} = \beta_{PT-RS,i} r_k$ 在每个 PTRS 端口上发送对应的 PTRS。

该步骤的具体实现过程可以参考下述步骤 S1002 和 S1003 中的相关介绍，此处不再赘述。

25 可以理解，上述第一指示信息的命名仅为示例，第一指示信息还可以被称为指示信息 #1，指示信息 #a 等，不做限定。

S1002，终端设备通过第一 PTRS 端口发送第一 PTRS。

其中，第一 PTRS 为终端设备使用第一 PTRS 端口发送的 PTRS，第一 PTRS 对应的时域密度为第一时域密度，第一时域密度与第一 MCS 和/或第二 MCS 相关联。

30 第一时域密度可以用于表示第一 PTRS 时域存在的密度，也即，一个时隙内第一 PTRS 出现的 OFDM 符号间隔，将第一时域密度记为 L_{PT-RS1} 。可以理解，第一时域密度越大，第一 PTRS 在一个时隙内占用的 OFDM 符号数越少；第一时域密度越小，第一 PTRS 在一个时隙内占用的 OFDM 符号数越多。该时隙内的 OFDM 符号可以为 PUSCH 包含的 OFDM 符号。

35 可以理解，终端设备不需区分第一 MCS 和第二 MCS，与两个 PTRS 端口的对应关系，终端设备可以直接根据第一 MCS 确定出第一时域密度；或者，终端设备可以根据第二 MCS，确定出第一时域密度；

或者, 终端设备可以根据第一 MCS 和第二 MCS, 确定出第一时域密度。下面以如下三种情况为例进行具体介绍。

首先, 网络设备发送第二指示信息。终端设备接收第二指示信息。

其中, 第二指示信息可以为高层信令, 该高层信令可以包含 PTRS 时域密度信息, PTRS 时域密度信息可以用于划分不同的 MCS 阈值区间, 该 MCS 阈值区间用于确定第一时域密度和第二时域密度。PTRS 时域密度信息可以包括如下至少一项: 第一 MCS 阈值取值、第二 MCS 阈值取值、或第三 MCS 阈值取值。

第一 MCS 阈值取值可以为上述表 15 中的 ptrs-MCS1, 第二 MCS 阈值取值可以为上述表 15 中的 ptrs-MCS2, 第三 MCS 阈值取值可以为上述表 15 中的 ptrs-MCS3。

可以理解, 上述第二指示信息的命名仅为示例, 第二指示信息还可以被称为指示信息#2, 指示信息#b 等, 不做限定。

情况 1: 终端设备可以根据第一 MCS 与多个 MCS 阈值取值, 确定出第一时域密度。

也即, 第一时域密度, 可以与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联。

其中, 第一时域密度, 与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联可以满足如下任一项:

若第一 MCS 小于第一 MCS 阈值取值, 则第一 PTRS 不存在。

若第一 MCS 大于或等于第一 MCS 阈值取值, 且小于第二 MCS 阈值取值, 则第一时域密度为第一取值。

若第一 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值, 且小于第三 MCS 阈值取值, 则第一时域密度为第二取值。

若第一 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值取值, 且小于第四 MCS 阈值取值, 则第一时域密度为第三取值。

其中, 第一 PTRS 不存在也可以替换为第一 PTRS 端口不存在, 也即, 终端设备不使用第一 PTRS 端口来发送第一 PTRS, 不做限定。

第四 MCS 阈值取值可以为预设取值, 或者默认取值, 第四 MCS 阈值取值可以为上述表 15 中的 ptrs-MCS4。ptrs-MCS4 的取值可以通过上述表 28-表 30 中的 MCS 索引确定, 在上述表 28 和表 30 中, ptrs-MCS4 的取值可以为 29, 在上述表 29 中, ptrs-MCS4 的取值可以为 28, 不做限定。

根据 ptrs-MCS1、ptrs-MCS2、ptrs-MCS3、ptrs-MCS4 以及上述表 15 可知, 第一取值可以等于 4, 第二取值可以等于 2, 第三取值可以等于 2, 可以理解, 第一取值、第二取值和第三取值还可以是其他任何可能的取值, 不做限定。

也即, 若 I_{MCS1} 小于 ptrs-MCS1, 则第一 PTRS 不存在; 若 I_{MCS1} 大于或等于 ptrs-MCS1, 且小于 ptrs-MCS2, 则 $L_{PT-RS}1$ 等于 4; 若 I_{MCS1} 大于或等于 ptrs-MCS2, 且小于 ptrs-MCS3, 则 $L_{PT-RS}1$ 等于 2; 若 I_{MCS1} 大于或等于 ptrs-MCS3, 且小于 ptrs-MCS4, 则 $L_{PT-RS}1$ 等于 1。

情况 2: 终端设备可以直接根据第二 MCS 与多个 MCS 阈值取值, 确定出第一时域密度。

也即, 第一时域密度, 可以与第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联。

其中, 第一时域密度, 与第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联可以满足如下任一项:

若第二 MCS 小于第一 MCS 阈值取值, 则第一 PTRS 不存在。

若第二 MCS 大于或等于第一 MCS 阈值取值, 且小于第二 MCS 阈值取值, 则第一时域密度为第一取值。

若第二 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值, 且小于第三 MCS 阈值取值, 则第一时域密度为第二取值。

若第二 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值取值, 且小于第四 MCS 阈值取值, 则第一时域密度为第三取值。

也即, 若 I_{MCS2} 小于 ptrs-MCS1, 则第一 PTRS 不存在; 若 I_{MCS2} 大于或等于 ptrs-MCS1, 且小于 ptrs-MCS2, 则 $L_{PT-RS}1$ 等于 4; 若 I_{MCS2} 大于或等于 ptrs-MCS2, 且小于 ptrs-MCS3, 则 $L_{PT-RS}1$ 等于 2; 若 I_{MCS2} 大于或等于 ptrs-MCS3, 且小于 ptrs-MCS4, 则 $L_{PT-RS}1$ 等于 1。

情况 3: 终端设备可以根据第一 MCS、第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值, 确定出第一时域密度。

或者说, 第一时域密度, 可以与第四取值和多个 MCS 阈值取值相关联。

其中, 第四取值, 可以与第一 MCS 和第二 MCS 相关联。第四取值可以为如下至少一项:

Mean(第一 MCS, 第二 MCS) ; $\lfloor \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rfloor$; 或者 ,

$\lceil \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rceil$ 。

也即,若第一 MCS 与第二 MCS 的平均值为整数,则第四取值可以为 $\text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS})$ 。

若第一 MCS 与第二 MCS 的平均值为非整数,则第四取值可以为 $\lceil \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rceil$ 或者 $\lfloor \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rfloor$, 不做限定。

- 5 例如,若 I_{MCS1} 等于 20, I_{MCS2} 等于 10, 则第四取值 $= \text{Mean}(20, 10) = 15$ 。若 I_{MCS1} 等于 15, I_{MCS2} 等于 16, 则第四取值 $= \lceil \text{Mean}(15, 16) \rceil = 15$, 或者, 第四取值 $= \lfloor \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rfloor = 16$ 。

第一时域密度, 与第四取值和多个 MCS 阈值取值相关联可以满足如下任一项:

若第四取值小于第一 MCS 阈值取值, 则第一 PTRS 不存在。

- 10 若第四取值大于或等于第一 MCS 阈值取值, 且小于第二 MCS 阈值取值, 则第一时域密度为第一取值。

若第四取值大于或等于第二 MCS 阈值取值, 且小于第三 MCS 阈值取值, 则第一时域密度为第二取值。

若第四取值大于或等于第三 MCS 阈值取值, 且小于第四 MCS 阈值取值, 则第一时域密度为第三取值。

- 15 将第四取值记为 I_{MCS3} , 此时, 若 I_{MCS3} 小于 ptrs-MCS1 , 则第一 PTRS 不存在; 若 I_{MCS3} 大于或等于 ptrs-MCS1 , 且小于 ptrs-MCS2 , 则 L_{PT-RS1} 等于 4; 若 I_{MCS3} 大于或等于 ptrs-MCS2 , 且小于 ptrs-MCS3 , 则 L_{PT-RS1} 等于 2; 若 I_{MCS3} 大于或等于 ptrs-MCS3 , 且小于 ptrs-MCS4 , 则 L_{PT-RS1} 等于 1。

终端设备可以根据确定的 L_{PT-RS1} , 在第一 PTRS 端口发送第一 PTRS。S1003, 终端设备通过第二 PTRS 端口发送第二 PTRS。

- 20 其中, 第二 PTRS 为终端设备使用第一 PTRS 端口上发送的 PTRS, 第二 PTRS 对应的时域密度为第二时域密度, 第二时域密度与第一 MCS 和/或第二 MCS 相关联。

第二时域密度可以用于表示第二 PTRS 时域存在的密度, 也即, 一个时隙内第二 PTRS 出现的 OFDM 符号间隔, 将第二时域密度记为 L_{PT-RS2} 。可以理解, 第二时域密度越大, 第二 PTRS 在一个时隙内占用的 OFDM 符号数越少; 第二时域密度越小, 第二 PTRS 在一个时隙内占用的 OFDM 符号数越多。

- 25 与上述步骤 S1002 类似, 终端设备也不需区分第一 MCS 和第二 MCS, 与两个 PTRS 端口的对应关系, 终端设备可以直接根据第一 MCS 确定出第二时域密度; 或者, 终端设备可以根据第二 MCS, 确定出第二时域密度。或者, 终端设备可以根据第一 MCS 和第二 MCS, 确定出第二时域密度。下面以如下三种情况为例进行具体介绍。

情况 4: 终端设备可以根据第一 MCS 与多个 MCS 阈值取值, 确定出第二时域密度。

- 30 也即, 第二时域密度, 可以与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联。

其中, 第二时域密度, 与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联可以满足如下任一项:

若第一 MCS 小于第一 MCS 阈值取值, 则第二 PTRS 不存在。

若第一 MCS 大于或等于第一 MCS 阈值取值, 且小于第二 MCS 阈值取值, 则第二时域密度为第一取值。

- 35 若第一 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值, 且小于第三 MCS 阈值取值, 则第二时域密度为第二取值。

若第一 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值取值, 且小于第四 MCS 阈值取值, 则第二时域密度为第三取值。

- 40 其中, 第二 PTRS 不存在也可以替换为第二 PTRS 端口不存在, 也即, 终端设备不使用第二 PTRS 端口来发送第二 PTRS。

也即, 若 I_{MCS1} 小于 ptrs-MCS1 , 则第二 PTRS 不存在; 若 I_{MCS1} 大于或等于 ptrs-MCS1 , 且小于 ptrs-MCS2 , 则 L_{PT-RS2} 为 4; 若 I_{MCS1} 大于或等于 ptrs-MCS2 , 且小于 ptrs-MCS3 , 则 L_{PT-RS2} 为 2; 若 I_{MCS1} 大于或等于 ptrs-MCS3 , 且小于 ptrs-MCS4 , 则 L_{PT-RS2} 为 1。

情况 5: 终端设备可以直接根据第二 MCS 与多个 MCS 阈值取值, 确定出第二时域密度。

- 45 也即, 第二时域密度, 可以与第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联。

其中, 第二时域密度, 与第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联可以满足如下任一项:

若第二 MCS 小于第一 MCS 阈值取值, 则第二 PTRS 不存在。

若第二 MCS 大于或等于第一 MCS 阈值取值, 且小于第二 MCS 阈值取值, 则第二时域密度为第一取值。

若第二 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值, 且小于第三 MCS 阈值取值, 则第二时域密度为第二取值。

- 5 若第二 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值取值, 且小于第四 MCS 阈值取值, 则第二时域密度为第三取值。

也即, 若 I_{MCS2} 小于 ptrs-MCS1 , 则第二 PTRS 不存在; 若 I_{MCS1} 大于或等于 ptrs-MCS1 , 且小于 ptrs-MCS2 , 则 L_{PT-RS2} 等于 4; 若 I_{MCS1} 大于或等于 ptrs-MCS2 , 且小于 ptrs-MCS3 , 则 L_{PT-RS2} 为 2; 若 I_{MCS1} 大于或等于 ptrs-MCS3 , 且小于 ptrs-MCS4 , 则 L_{PT-RS2} 等于 1。

- 10 情况 6: 终端设备可以根据第一 MCS、第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值, 确定出第二时域密度。

或者说, 第二时域密度, 可以与第四取值和多个 MCS 阈值取值相关联。

其中, 第四取值, 可以与第一 MCS 和第二 MCS 相关联, 第四取值可以为如下至少一项:
 $\text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS})$; $\lceil \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rceil$; 或者 ,
 $\lfloor \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rfloor$ 。

- 15 也即, 若第一 MCS 与第二 MCS 的平均值为整数, 则第四取值可以为 $\text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS})$ 。

若第一 MCS 与第二 MCS 的平均值为非整数, 则第四取值可以为 $\lceil \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rceil$ 或者 $\lfloor \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rfloor$, 不做限定。

- 也即, 若 I_{MCS3} 小于 ptrs-MCS1 , 则第二 PTRS 不存在; 若 I_{MCS3} 大于或等于 ptrs-MCS1 , 且小于 ptrs-MCS2 , 则 L_{PT-RS2} 等于 4; 若 I_{MCS3} 大于或等于 ptrs-MCS2 , 且小于 ptrs-MCS3 , 则 L_{PT-RS2} 为 2; 若 I_{MCS3} 大于或等于 ptrs-MCS3 , 且小于 ptrs-MCS4 , 则 L_{PT-RS2} 等于 1。

- 20 如此, 终端设备可以根据确定的 L_{PT-RS2} , 在第二 PTRS 端口发送第二 PTRS。

- 需要说明的是, 终端设备在使用 L_{PT-RS1} 发送第一 PTRS 时, 需要根据上述技术术语中“2. PTRS”中的步骤 1-4 来确定第一 PTRS 在一个时隙内的占用的 OFDM 符号, 同理, 终端设备在使用 L_{PT-RS2} 发送第二 PTRS 时, 需要根据上述技术术语中“2. PTRS”中的步骤 1-4 来确定第二 PTRS 相同时隙内的占用的 OFDM 符号, 具体实现过程可以参考上述技术术语中的介绍, 此处不再赘述。第一 PTRS 在一个时隙内的占用的 OFDM 符号和第二 PTRS 在相同时隙内的占用的 OFDM 符号, 可以为 PUSCH 包含的 OFDM 符号。

- 30 综上, 若两个 PTRS 端口对应两个 MCS, 如, 第一 MCS 和第二 MCS 时, 第一 PTRS 端口对应的第一时域密度可以根据网络设备指示的第一 MCS 和/或第二 MCS 来确定, 第二 PTRS 端口对应的时域密度也可以根据网络设备指示的第一 MCS 和/或第二 MCS 来确定, 如此, 终端设备可以确定出第一 PTRS 端口对应的第一时域密度和第二 PTRS 端口对应的第二时域密度, 以用于终端设备后续在第一 PTRS 端口上发送第一 PTRS, 以及在第二 PTRS 端口上发送第二 PTRS, 从而可以提高通信的可靠性和通信效率。

- 可以理解, 若上述第一 MCS 与第二 MCS 相等时, 终端设备通过上述情况 1-情况 6 中的任一种方法确定的第一时域密度与第二时域密度相等, 也即, 在同一个时隙内, 第一 PTRS 和第二 PTRS 占用的 OFDM 符号相同, 或者说, 第一 PTRS 端口和第二 PTRS 端口占用的 OFDM 符号相同。

- 然而, 若第一 MCS 与第二 MCS 不相等时, 第一 MCS 与第二 MCS 可能会落在上述表 15 的不同阈值区间, 两个 PTRS 端口对应的时域密度不同, 会导致部分 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同, 从而导致该部分 PTRS 端口在部分 OFDM 符号上发送 PTRS 的功率系数, 超过该 OFDM 能支持的最大功率系数。

- 40 例如, 如图 8 所示, PTRS 端口 0 绑定 DMRS 端口 1, PTRS 端口 1 绑定 DMRS 端口 12, 此时, 假设高层参数 `resourceElementoffset` 字段配置为“offset01”, 则终端设备可以根据 PTRS 端口 0 与 DMRS 端口 1 的绑定关系确定出 PTRS0 对应的频域资源位置为子载波#6, 同理, 终端设备可以根据 PTRS 端口 1 与 DMRS 端口 12 的绑定关系确定出 PTRS1 对应的频域资源位置为子载波#7。

- 45 设 CW0 对应的 MCS 为 I_{MCS01} , CW1 对应的 MCS 为 I_{MCS02} , 若 I_{MCS01} 和 I_{MCS02} 落在上述表 15 的不同区间时, 如, $\text{ptrs-MCS2} \leq I_{MCS01} < \text{ptrs-MCS3}$, 且 $\text{ptrs-MCS3} \leq I_{MCS02} < \text{ptrs-MCS4}$, 则 PTRS0 的时域密度 $L0=2$, PTRS1 的时域密度 $L1=1$ 。

终端设备可以根据图 8 所示的 TPMI、PTRS 端口 0 对应的频域资源位置和 L0, 在 PTRS 端口 0 上发送 PTRS0, 以及根据图 8 所示的 TPMI、PTRS 端口 1 对应的频域资源位置和 L1, 在 PTRS 端口 1 上发送 PTRS1。如图 11 所示, 纵轴是子载波索引, 横轴是 OFDM 符号索引, PTRS0 占用的时频资源为: (符号#3、子载波#6)、(符号#5、子载波#6)、(符号#7、子载波#6)、(符号#9、子载波#6)。PTRS1 占用的时频资源为: (符号#3、子载波#7)、(符号#4、子载波#7)、(符号#5、子载波#7)、(符号#6、子载波#7)、(符号#7、子载波#7)、(符号#8、子载波#7)、(符号#9、子载波#7) 和 (符号#10、子载波#7)。

可以理解, 如图 11 所示, 终端设备可以在符号#2 上发送 DMRS, 符号#-符号#10 上空白位置可以理解发送 PUSCH 数据。

根据上述技术术语中的相关介绍可知, PTRS 端口功率系数取决于每个 OFDM 符号上 PTRS 和数据占用的子载波数量, 如图 11 所示, PTRS0 和 PTRS1 在不同 OFDM 符号上占用的子载波个数不同, 子载波个数不同可能导致不同个符号上的同一个 PTRS 端口 (比如 PTRS1) 对应的功率系数不同。

PTRS 端口 0 和 PTRS 端口 1 对应的功率系数可以根据上述表 32 确定, 例如, 对于符号#3, PTRS0 和 PTRS1 都占用符号#3 的时频资源, 也即, PTRS 端口 0 在符号#3 上发送 PTRS0, PTRS 端口 1 在符号#3 上发送 PTRS1, 此时, PTRS 端口 0 对应的功率系数为 9dB, PTRS 端口 1 对应的功率系数为 9dB; 对于符号#4, PTRS0 占用符号#4 的时频资源, PTRS1 不占用符号#4 的时频资源, 也即, PTRS0 不存在, 或者说, PTRS 端口 0 不存在, PTRS 端口 1 在符号#4 上发送 PTRS1, 此时, PTRS 端口 1 实际的功率系数为 6dB, 此时, 符号#4 上实际能支持的最大功率系数为 6dB, 若终端设备根据上述表 8 中定义的 9dB 在符号#4 上发送 PTRS1, 会导致符号#4 上能支持的最大功率系数 6dB, 与表 32 中通知的 PTRS 功率系数 9dB 不符合, 从而导致 PTRS 端口 1 在符号#4 上发送 PTRS1 的功率系数, 超过符号#4 能支持的最大功率系数, 导致功率超限制, 从而导致通信的可靠性与通信效率较低。

也即, 在 2 个 PTRS 端口对应的时域密度不同时, 会导致部分 PTRS 端口在不同 OFDM 符号上的功率系数不同, 从而进一步的导致该部分 PTRS 端口在部分 OFDM 符号上发送 PTRS 的功率系数, 超过该 OFDM 能支持的最大功率系数的问题。

因此, 本申请实施例提出如下方案, 以避免出现 2 个 PTRS 端口对应的时域密度不同时, 导致功率超限制的问题, 下面以如下情况为例具体介绍。

情况 a: 第一 MCS 大于第二 MCS; 第一时域密度, 与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联; 第二时域密度, 与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联。

在这种情况下, 第一时域密度和第二时域密度可以都是通过两个 MCS 中的较大的第一 MCS 确定的, 也即, 上述情况 1 和情况 4, 此时, 第一时域密度的取值和第二时域密度的取值相等, 则第一 PTRS 端口和第二 PTRS 端口在 OFDM 符号上的功率系数都相同, 从而可以避免出现部分 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同, 而导致功率超限制的问题。

例如, 如图 11 中, $I_{MCS01} < I_{MCS02}$, 此时, 终端设可以将 I_{MCS02} 所对应的时域密度作为 PTRS0 和 PTRS1 的时域密度, 也即, PTRS0 和 PTRS1 的时域密度均为 L1, 此时, PTRS0 和 PTRS1 占用的时频资源可以如图 12 所示, PTRS0 占用的时频资源可以为: (符号#3、子载波#6)、(符号#4、子载波#6)、(符号#5、子载波#6)、(符号#5、子载波#6)、(符号#7、子载波#6)、(符号#8、子载波#6)、(符号#9、子载波#6) 和 (符号#10、子载波#6); PTRS1 占用的时频资源可以为: (符号#3、子载波#7)、(符号#4、子载波#7)、(符号#5、子载波#7)、(符号#6、子载波#7)、(符号#7、子载波#7)、(符号#8、子载波#7)、(符号#9、子载波#7) 和 (符号#10、子载波#7)。

在这种情况下, PTRS 端口 0 和 PTRS 端口 1 在符号#3-符号#10 上对应的功率系数均为 9dB。

情况 b: 第一 MCS 大于第二 MCS; 第一时域密度, 与第四取值和多个 MCS 阈值取值相关联; 第二时域密度, 与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联。

在这种情况下, 第一时域密度和第二时域密度都是通过两个 MCS 的平均值或者平均值的取整值确定的, 也即, 上述情况 3 和情况 6, 此时, 第一时域密度的取值和第二时域密度的取值相等, 则第一 PTRS 端口和第二 PTRS 端口在 OFDM 符号上的功率系数都相同, 从而可以避免出现部分 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同, 而导致功率超限制的问题。

情况 c: 第一 MCS 小于第二 MCS; 第一时域密度, 与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联; 第二时域密度, 与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联。

在这种情况下，第一时域密度和第二时域密度都是通过两个 MCS 中的较小的第一 MCS 确定的，也即，上述情况 1 和情况 4，此时，第一时域密度的取值和第二时域密度的取值相等，则第一 PTRS 端口和第二 PTRS 端口在 OFDM 符号上的功率系数都相同，从而可以避免出现部分 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同，而导致功率超限制的问题。

5 例如，如图 11 中， $I_{MCS01} < I_{MCS02}$ ，此时，终端设可以将 I_{MCS01} 所对应的时域密度作为 PTRS0 和 PTRS1 的时域密度，也即，PTRS0 和 PTRS1 的时域资源均为 L0，此时，PTRS0 和 PTRS1 占用的时频资源可以如图 13 所示，PTRS0 占用的时频资源为：(符号#3、子载波#6)、(符号#5、子载波#6)、(符号#7、子载波#6)、(符号#9、子载波#6)。PTRS1 占用的时频资源为：(符号#3、子载波#7)、(符号#5、子载波#7)、(符号#7、子载波#7)和(符号#9、子载波#7)。

10 在这种情况下，PTRS 端口 0 和 PTRS 端口 1 在符号#3、符号#5、符号#7 和符号#9 上对应的功率系数均为 9dB，在符号#4、符号#6、符号#8 和符号#10 上均不发送 PTRS。

情况 d：第一 MCS 小于第二 MCS。第一时域密度，与第四取值和多个 MCS 阈值取值相关联；第二时域密度，与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联。

15 在这种情况下，第一时域密度和第二时域密度都是通过两个 MCS 的平均值或者平均值的取整值确定的，也即，上述情况 3 和情况 6，此时，第一时域密度的取值和第二时域密度的取值相等，则第一 PTRS 端口和第二 PTRS 端口在 OFDM 符号上的功率系数都相同，从而可以避免出现部分 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同，而导致功率超限制的问题。

可以理解，在上述情况 a-d 中，终端设备均使用同一个 MCS，例如，第一 MCS、第二 MCS、或者第四取值来确定第一时域密度和第二时域密度，从而可以拉齐第一 PTRS 端口和第二 PTRS 端口占用的时域资源，从而避免出现功率超出限制的情况。

20 情况 e：第一 MCS 与第二 MCS 不相等，且落在如表 15 所示的不同阈值取值区间时，例如，第一 MCS 落在第一阈值取值区间内，第二 MCS 落在第二阈值取值区间内，则第一时域密度和第二时域密度可以以第一 MCS 阈值取值区间所对应的时域密度来确定。

25 例如，如图 8 中， $\text{ptrs-MCS}2 \leq I_{MCS01} < \text{ptrs-MCS}3$ ， $\text{ptrs-MCS}3 \leq I_{MCS02} < \text{ptrs-MCS}4$ ，此时，终端设备可以根据 I_{MCS01} 所在的阈值取值区间，来确定 PTRS0 和 PTRS1 的时域密度，也即，PTRS0 和 PTRS1 的时域资源均为 L0，此时，PTRS0 和 PTRS1 占用的时频资源可以如图 13 所示，在这种情况下，PTRS 端口 0 和 PTRS 端口 1 在符号#3、符号#5、符号#7 和符号#9 上对应的功率系数均为 9dB，在符号#4、符号#6、符号#8 和符号#10 上均不发送 PTRS。在这种情况下，PTRS 端口 0 和 PTRS 端口 1 在符号#3、符号#5、符号#7 和符号#9 上对应的功率系数均为 9dB，在符号#4、符号#6、符号#8 和符号#10 上均不发送 PTRS。

30 情况 f：第一 MCS 与第二 MCS 不相等，且落在如表 15 所示的不同阈值取值区间时，例如，第一 MCS 落在第一阈值取值区间内，第二 MCS 落在第二阈值取值区间内，则第一时域密度和第二时域密度可以以第二 MCS 阈值取值区间所对应的时域密度来确定。

35 例如，如图 8 中， $\text{ptrs-MCS}2 \leq I_{MCS01} < \text{ptrs-MCS}3$ ， $\text{ptrs-MCS}3 \leq I_{MCS02} < \text{ptrs-MCS}4$ ，此时，终端设备可以根据 I_{MCS02} 所在的阈值取值区间来确定 PTRS0 和 PTRS1 的时域密度，也即，PTRS0 和 PTRS1 的时域资源均为 L1，此时，PTRS0 和 PTRS1 占用的时频资源可以如图 12 所示，在这种情况下，PTRS 端口 0 和 PTRS 端口 1 在符号#3-符号#10 上对应的功率系数均为 9dB。

40 可以理解，在上述情况 e-f 中，终端设备均使用同一个阈值取值区间，来确定第一时域密度和第二时域密度，该阈值取值区间可以为第一 MCS 所在的阈值取值区间，或者，为第二 MCS 所在的阈值取值区间，从而可以拉齐第一 PTRS 端口和第二 PTRS 端口占用的时域资源，以避免出现功率超出限制的情况，从而提高通信的可靠性与通信效率。

情况 j：第五取值大于第六取值。第一时域密度和第二时域密度的取值均等于第五取值。

45 其中，第一 PTRS 端口对应第一 MCS，第二 PTRS 端口对应第二 MCS。例如，如图 8 所示，CW0 对应的 MCS 为 I_{MCS01} ，CW1 对应的 MCS 为 I_{MCS02} ，且 CW0 对应 PTRS 端口 0，CW1 对应 PTRS 端口 1，因此，PTRS 端口 0 对应 I_{MCS01} ，PTRS 端口 1 对应 I_{MCS02} 。

第五取值，可以与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联。第五取值，与第一 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：

若第一 MCS 小于第一 MCS 阈值取值, 则第一 PTRS 不存在。

若第一 MCS 大于或等于第一 MCS 阈值取值, 且小于第二 MCS 阈值取值, 则第五取值为第一取值。

若第一 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值, 且小于第三 MCS 阈值取值, 则第五取值为第二取值。

若所述第一 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值, 且小于第四 MCS 阈值, 则第五取值为第三取值。

5 也即, 第五取值为终端设备以第一 MCS 所在的阈值取值区间确定的时域密度取值。

第六取值, 与第二 MCS 和多个 MCS 阈值取值相关联可以满足如下任一项:

若第二 MCS 小于第一 MCS 阈值取值, 则第二 PTRS 不存在。

若第二 MCS 大于或等于第一 MCS 阈值取值, 且小于第二 MCS 阈值取值, 则第六取值为第一取值。

若第二 MCS 大于或等于第二 MCS 阈值取值, 且小于第三 MCS 阈值取值, 则第五取值为第二取值。

10 若第二 MCS 大于或等于第三 MCS 阈值, 且小于第四 MCS 阈值, 则第六取值为第三取值。

也即, 第五取值为终端设备以第二 MCS 所在的阈值取值区间确定的时域密度取值。

若第五取值大于第六取值, 则终端设备可以将第五取值和第六取值中较大的第五取值作为第一时域密度和第二时域密度的取值。例如, 如图 8 中, $L1=1 < L0=2$, 此时, PTRS0 和 PTRS1 的时域资源均为 L0, 此时, PTRS0 和 PTRS1 占用的时频资源可以如图 13 所示, 在这种情况下, PTRS 端口 0 和 PTRS 端口 1 在符号#3、符号#5、符号#7 和符号#9 上对应的功率系数均为 9dB, 在符号#4、符号#6、符号#8 和符号#10 上均不发送 PTRS。

情况 h: 第五取值大于第六取值。第一时域密度的取值和第二时域密度的取值等于第七取值; 第七取值, 与第五取值和第六取值相关联。

20 其中, 第七取值可以为如下至少一项: $\text{Mean}(\text{第五取值}, \text{第六取值})$; $\lfloor \text{Mean}(\text{第五取值}, \text{第六取值}) \rfloor$; 或者, $\lceil \text{Mean}(\text{第五取值}, \text{第六取值}) \rceil$ 。

例如, 若第五取值为 4, 第六取值为 2, 则第七取值= $\lceil \text{Mean}(4, 2) \rceil=4$, 或者, 第七取值= $\lfloor \text{Mean}(4, 2) \rfloor=2$, 不做限定。

25 若第五取值大于第六取值, 则终端设备可以将与第五取值和第六取值关联的第七取值作为第一时域密度和第二时域密度的取值, 此时, 第一时域密度的取值和第二时域密度的取值相等, 则第一 PTRS 端口和第二 PTRS 端口在 OFDM 符号上的功率系数都相同, 从而可以避免出现部分 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同, 而导致功率超限制的问题, 从而提高通信的可靠性与通信效率。

情况 i: 第五取值小于第六取值。第一时域密度和第二时域密度的取值均等于第五取值。

30 若第五取值小于第六取值, 则终端设备可以将第五取值和第六取值中较小的第五取值作为第一时域密度和第二时域密度的取值。例如, 如图 8 中, $L1=1 < L0=2$, 此时, PTRS0 和 PTRS1 的时域资源均为 L1, 此时, PTRS0 和 PTRS1 占用的时频资源可以如图 12 所示, 在这种情况下 PTRS 端口 0 和 PTRS 端口 1 在符号#3-符号#10 上对应的功率系数均为 9dB。

情况 g: 第五取值小于第六取值。第一时域密度的取值和第二时域密度的取值等于第七取值。

35 也即, 在第五取值小于第六取值时, 终端设备可以将与第五取值和第六取值关联的第七取值作为第一时域密度和第二时域密度的取值, 此时, 第一时域密度的取值和第二时域密度的取值相等, 则第一 PTRS 端口和第二 PTRS 端口在 OFDM 符号上的功率系数都相同, 从而可以避免出现部分 PTRS 端口在不同的 OFDM 符号上的功率系数不同, 而导致功率超限制的问题。

40 可以理解, 在上述情况 j-g 中, 终端设备均使用同一个时域密度取值, 如, 第五取值、第六取值、或者第七取值, 来作为第一时域密度和第二时域密度, 从而可以拉齐第一 PTRS 端口和第二 PTRS 端口占用的时域资源, 以避免第一 PTRS 端口或者第二 PTRS 端口在部分 OFDM 符号上出现功率超出限制的情况, 从而提高通信的可靠性与通信效率。

一种可能的设计方案中, 第一功率系数与如下至少一项相关联: PUSCH 预编码、传输层数信息、PTRS 功率信息、或者第一调度 PTRS 端口数的取值。第一功率系数为第一 PTRS 对应的功率系数。

第二功率系数与如下至少一项相关联: PUSCH 预编码、传输层数信息、PTRS 功率信息、或者第二调度 PTRS 端口数的取值。其中, 第二功率系数为第二 PTRS 对应的功率系数。

45 其中, 第一功率系数可以为第一 PTRS 对应的功率系数; 第二功率系数可以为第二 PTRS 对应的功率系数。PUSCH 预编码可以用于确定 PUSCH 传输模式, PUSCH 传输模式可以包括全相干传输模式、部分相干传输模式、非相干传输模式、非码本传输模式等。

传输层数信息可以为终端设备对应的上行传输层数，在本申请实施例中，的取值可以为1~8。

PTRS 功率信息可以为 ptrs-Power 字段，ptrs-Power 的取值可以为：00、01、10 和 11，不同的取值分别对应不同的功率因子假设。

5 第一调度 PTRS 端口数和第二调度 PTRS 端口数={1, 2}个 PTRS 端口。

终端设备可根据 PUSCH 预编码、传输层数信息、PTRS 功率信息、或者 PTRS 端口数，使用表 32 来确定第一功率系数和第二功率系数。

一种可能的设计方案中，当第一时域密度小于第二时域密度时，第一调度 PTRS 端口数的取值为 1，第二调度 PTRS 端口数的取值为 2。

10 可以理解，如图 11 所示，时域密度小的 PTRS 端口会在部分 OFDM 符号上超出功率限制的情况下，此时，终端设备使用端口数 $Q_p=1$ 来计算第一功率系数，也即，终端设备以第一 PTRS 端口占用的多个 OFDM 符号对应的功率系数中的最小值作为第一 PTRS 端口的功率系数，并使用该最小值作为第一功率系数来发送第一 PTRS。例如，如图 11 所示，终端设备可以使用符号#3 对应的功率系数来发送 PTRS1，也即，终端设备可以使用符号#3-符号 10 上使用 6dB 来发送 PTRS1。

15 时域密度大的 PTRS 端口的功率系数不会受到影响，因此，终端设备仍使用端口数 $Q_p=2$ 来计算第二功率系数。

可以理解，终端设备使用该最小值作为第一功率系数会牺牲第一 PTRS 端口的部分性能，例如，第一 PTRS 的信号强度会衰减，但可以避免在部分 OFDM 符号上超出功率限制的情况，从而提高通信的可靠性与通信效率。

20 一种可能的设计方案中，第一调度 PTRS 端口数的取值与每个 OFDM 符号上实际发送 PTRS 信号的 PTRS 端口数相关联；第二调度 PTRS 端口数的取值，与每个 OFDM 符号上实际发送 PTRS 信号的 PTRS 端口数相关联；

其中，PTRS 信号可以包括第一 PTRS 和第二 PTRS；OFDM 符号可以为 PUSCH 包含的 OFDM 符号。

25 终端设备可以以每个 OFDM 符号（per OFDM 符号）为粒度来计算第一功率系数和第二功率系数，若第一时域密度与第二时域密度相同，则第一调度 PTRS 端口数的取值与第二调度 PTRS 端口数的取值在每个 OFDM 符号上相同。

若第一时域密度与第二时域密度不相同，如第一时域密度小于第二时域密度，此时，则第一调度 PTRS 端口数的取值与第二调度 PTRS 端口数的取值在每个 OFDM 符号上不相同，终端设备以每个 OFDM 符号上实际发送 PTRS 信号的 PTRS 端口数来计算每个 OFDM 符号上对应的功率系数，可以使终端设备在每个 OFDM 符号上使用实际的功率系数来发送 PTRS 信号，从而可以避免第一 PTRS 端口在部分 OFDM 符号上超出功率限制的情况，从而提高通信的可靠性与通信效率。

例如，如图 11 所示，终端设备在符号#3、符号#5、符号#7 和符号#9 上实际发送 PTRS 信号的 PTRS 端口数为 2，在符号#4、符号#6、符号#8 和符号#10 上实际发送 PTRS 信号的 PTRS 端口数为 1，此时，终端设备可以在符号#3 上使用 $Q_p=2$ 来计算第一功率系数#1 和第二功率系数#1；终端设备可以在符号#4 上使用 $Q_p=1$ 来计算第一功率系数#2；终端设备可以在符号#5 上使用 $Q_p=2$ 来计算第一功率系数#3 和第二功率系数#2；终端设备可以在符号#6 上使用 $Q_p=1$ 来计算第一功率系数#4；终端设备可以在符号#7 上使用 $Q_p=2$ 来计算第一功率系数#5 和第二功率系数#3；终端设备可以在符号#8 上使用 $Q_p=1$ 来计算第一功率系数#6；终端设备可以在符号#9 上使用 $Q_p=2$ 来计算第一功率系数#7 和第二功率系数#4；终端设备可以在符号#10 上使用 $Q_p=1$ 来计算第一功率系数#8。

40 可以理解，本申请实施例中，PTRS 端口占用的时频资源和 PTRS 占用的时频资源可以互相替换，不做限定。

方便理解方案，补充如下内容：

45 技术术语部分的 DMRS 指示方法可以体现为如下的两级信令指示，对应 RRC 信令配置 DMRS 类型和最大长度等信息，DCI 信令从天线端口指示表格中选择一个端口组用于 PDSCH/PUSCH 关联的 DMRS 传输，具体方法可以如下：

现有 NR 协议中，DMRS 端口指示通过 RRC+DCI 两级信令指示的方法进行通知。其具体通知方式

如下所述。

根据 NR 现有标准或 R18 标准定义的 DMRS 端口对应的 DMRS 符号和时频资源映射方法。在每次数据传输过程中，网络设备需要通知终端设备对应分配的 DMRS 端口。终端设备基于分配的 DMRS 端口，按照协议定义的 DMRS 符号产生方法和时频资源映射规则，在相应的资源位置进行导频信号的接收和对应的信道估计流程。目前 NR 协议中定义的 DMRS 端口通知方法采用了高层信令半静态配置 DMRS 类型，DCI 动态通知分配的 DMRS 端口索引的方式，具体方法如下：

1) RRC 信令配置 DMRS 类型和占用符号数。

通过高层信令 DMRS-DownlinkConfig 配置采用的 DMRS 类型，具体信令内容如下所示：

```
DMRS-DownlinkConfig ::= SEQUENCE {
10   dmrs-Type              ENUMERATED {type2}              OPTIONAL,
   -- Need S
   dmrs-AdditionalPosition ENUMERATED {pos0, pos1, pos3}    OPTIONAL,
   -- Need S
   maxLength              ENUMERATED {len2}
15   scramblingID0         INTEGER (0..65535)
   scramblingID1          INTEGER (0..65535)
   phaseTrackingRS        SetupRelease { PTRS-DownlinkConfig }
   ...,
   [[
20   dmrs-Downlink-r16     ENUMERATED {enabled}
   ]]
}
```

其中 dmrs-Type 用于指示使用的是 Type 1 DMRS 还是 Type 2 DMRS。maxLength 用于指示采用单符号 DMRS 还是双符号 DMRS，具体的，如果配置 maxLength 为 len2，则进一步可以通过 DCI 指示采用 1 符号 DMRS，还是 2 符号 DMRS。如果 maxLength 字段没有配置，则采用 1 符号 DMRS。

2) DCI 信令通知

DCI 信令中包含字段 Antenna port，用于指示分配的 DMRS 端口索引。对于不同的 dmrs-Type 和 maxLength 配置的取值，NR 协议定义了不同的 DMRS 端口表。DCI 信令中字段 Antenna port 指示高层信令配置的 dmrs-Type 和 maxLength 取值所对应的 DMRS 端口表中的索引值，每个索引值与一个或多个 DMRS 端口索引对应。

现有 NR 协议的上行 DMRS 端口指示方法表格如下表 33-表 48 所示。

表 33

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)
0	1	0
1	1	1
2	2	0
3	2	1
4	2	2
5	2	3
6-7	预留	预留

表 34

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)
0	1	0,1
1	2	0,1
2	2	2,3
3	2	0,2
4-7	预留	预留

表 35

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)
0	2	0-2
2-7	Reserved	Reserved

表 36

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)
0	2	0-3
2-7	Reserved	Reserved

表 37

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)	Number of front-load symbols
0	1	0	1
1	1	1	1
2	2	0	1
3	2	1	1
4	2	2	1
5	2	3	1
6	2	0	2
7	2	1	2
8	2	2	2
9	2	3	2
10	2	4	2
11	2	5	2
12	2	6	2
13	2	7	2
14-15	Reserved	Reserved	Reserved

表 38

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)	Number of front-load symbols
0	1	0,1	1
1	2	0,1	1
2	2	2,3	1
3	2	0,2	1
4	2	0,1	2
5	2	2,3	2
6	2	4,5	2
7	2	6,7	2
8	2	0,4	2
9	2	2,6	2
10-15	Reserved	Reserved	Reserved

表 39

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)	Number of front-load symbols
0	2	0-2	1

1	2	0,1,4	2
2	2	2,3,6	2
3-15	Reserved	Reserved	Reserved

表 40

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)	Number of front-load symbols
0	2	0-3	1
1	2	0,1,4,5	2
2	2	2,3,6,7	2
3	2	0,2,4,6	2
4-15	Reserved	Reserved	Reserved

表 41

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)
0	1	0
1	1	1
2	2	0
3	2	1
4	2	2
5	2	3
6	3	0
7	3	1
8	3	2
9	3	3
10	3	4
11	3	5
12-15	Reserved	Reserved

表 42

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)
0	1	0,1
1	2	0,1
2	2	2,3
3	3	0,1
4	3	2,3
5	3	4,5
6	2	0,2
7-15	Reserved	Reserved

表 43

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)
0	2	0-2
1	3	0-2
2	3	3-5
3-15	Reserved	Reserved

表 44

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)
0	2	0-3
1	3	0-3

2-15	Reserved	Reserved
------	----------	----------

表 45

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)	Number of front-load symbols
0	1	0	1
1	1	1	1
2	2	0	1
3	2	1	1
4	2	2	1
5	2	3	1
6	3	0	1
7	3	1	1
8	3	2	1
9	3	3	1
10	3	4	1
11	3	5	1
12	3	0	2
13	3	1	2
14	3	2	2
15	3	3	2
16	3	4	2
17	3	5	2
18	3	6	2
19	3	7	2
20	3	8	2
21	3	9	2
22	3	10	2
23	3	11	2
24	1	0	2
25	1	1	2
26	1	6	2
27	1	7	2
28-31	Reserved	Reserved	Reserved

表 46

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)	Number of front-load symbols
0	1	0,1	1
1	2	0,1	1
2	2	2,3	1
3	3	0,1	1
4	3	2,3	1
5	3	4,5	1
6	2	0,2	1
7	3	0,1	2
8	3	2,3	2

9	3	4,5	2
10	3	6,7	2
11	3	8,9	2
12	3	10,11	2
13	1	0,1	2
14	1	6,7	2
15	2	0,1	2
16	2	2,3	2
17	2	6,7	2
18	2	8,9	2
19-31	Reserved	Reserved	Reserved

表 47

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)	Number of front-load symbols
0	2	0-2	1
1	3	0-2	1
2	3	3-5	1
3	3	0,1,6	2
4	3	2,3,8	2
5	3	4,5,10	2
6-31	Reserved	Reserved	Reserved

表 48

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)	Number of front-load symbols
0	2	0-3	1
1	3	0-3	1
2	3	0,1,6,7	2
3	3	2,3,8,9	2
4	3	4,5,10,11	2
5-31	Reserved	Reserved	Reserved

可以看出，现有 NR 协议支持小于等于 4 流的 PUSCH 传输，其支持的正交 DMRS 端口数只包含对于 rank<=4 组合的支持能力。

5 考虑 NR R18 标准的 DMRS 增强课题方向，由于实际工业场景对于上行流数需求的提升，R18 标准对于上行 DMRS 端口数量的支持能力也进一步提升，对于上行 PUSCH 传输，在每种 DMRS 配置类型下，都支持最大 8 流的单用户传输。对于最大 8 流的 PUSCH 传输，R18 标准定义的一种可能的 DMRS 端口指示表格设计如下表 49-表 52 所示。

表 49

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)	Number of front-load symbols
0	3	0-4	1
1	2	0,1,2,3,6	2
12-31	Reserved	Reserved	Reserved

表 50

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)	Number of front-load symbols
0	3	0-5	1

1	2	0,1,2,3,6,8	2
2-31	Reserved	Reserved	Reserved

表 51

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)	Number of front-load symbols
0	2	0,1,2,3,6,7,8	2
1-31	Reserved	Reserved	Reserved

表 52

Value	Number of DMRS CDM group(s) without data	DMRS port(s)	Number of front-load symbols
0	2	0,1,2,3,6,7,8,9	2
1-31	Reserved	Reserved	Reserved

以上结合图 10-图 13 详细说明了本申请实施例提供的通信方法。以下结合图 14-图 15 详细说明用于执行本申请实施例提供的通信方法的通信装置。

5 示例性的，图 14 是本申请实施例提供的通信装置的结构示意图一。如图 14 所示，通信装置 1400 包括：收发模块 1401 和处理模块 1402。为了便于说明，图 14 仅示出了该通信装置的主要部件。

一些实施例中，通信装置 1400 可适用于图 9 中所示出的通信系统中，执行上述终端装置的功能。

其中，收发模块 1401 可以用于执行终端装置收发消息的功能，处理模块 1402 可以执行终端装置除收发消息以外的功能。

10 可选地，收发模块 1401 可以包括发送模块和接收模块。其中，发送模块用于实现通信装置 1400 的发送功能，接收模块用于实现通信装置 1400 的接收功能。

可选地，通信装置 1400 还可以包括存储模块，该存储模块存储有程序或指令。当该处理模块 1402 执行该程序或指令时，使得通信装置 1400 可以执行上述通信方法。

需要说明的是，通信装置 1400 可以是终端装置，也可以是可设置于终端装置中的芯片（系统）或其他部件或组件，还可以是包含终端装置的装置，本申请对此不做限定。

此外，通信装置 1400 的技术效果可以参考上述通信方法的技术效果，此处不再赘述。

另一些实施例中，通信装置 1400 可适用于图 9 中所示出的通信系统中，执行上述网络设备的功能。

其中，收发模块 1401 可以用于执行网络设备收发消息的功能，处理模块 1402 可以执行网络设备除收发消息以外的功能。

20 可选地，收发模块 1401 可以包括发送模块和接收模块。其中，发送模块用于实现通信装置 1400 的发送功能，接收模块用于实现通信装置 1400 的接收功能。

可选地，通信装置 1400 还可以包括存储模块，该存储模块存储有程序或指令。当该处理模块 1402 执行该程序或指令时，使得通信装置 1400 可以执行上述通信方法。

需要说明的是，通信装置 1400 可以是网络设备，也可以是可设置于网络设备中的芯片（系统）或其他部件或组件，还可以是包含网络设备的装置，本申请对此不做限定。

此外，通信装置 1400 的技术效果可以参考上述通信方法的技术效果，此处不再赘述。

25 示例性地，图 15 为本申请实施例提供的通信装置的结构示意图二。该通信装置可以是终端，也可以是可设置于终端的芯片（系统）或其他部件或组件。如图 15 所示，通信装置 1500 可以包括处理器 1501。可选地，通信装置 1500 还可以包括存储器 1502 和/或收发器 1503。其中，处理器 1501 与存储器 1502 和收发器 1503 耦合，如可以通过通信总线连接。

下面结合图 15 对通信装置 1500 的各个构成部件进行具体的介绍：

30 其中，处理器 1501 是通信装置 1500 的控制中心，可以是一个处理器，也可以是多个处理元件的统称。例如，处理器 1501 是一个或多个中央处理器（central processing unit, CPU），也可以是特定集成电路（application specific integrated circuit, ASIC），或者是被配置成实施本申请实施例的一个或多个集成电路，例如：一个或多个微处理器（digital signal processor, DSP），或，一个或者多个现场可编程门阵列（field programmable gate array, FPGA）。

可选地，处理器 1501 可以通过运行或执行存储在存储器 1502 内的软件程序，以及调用存储在存储

器 1502 内的数据, 执行通信装置 1500 的各种功能, 例如执行上述图 5-图 7 所示的通信方法。

在具体的实现中, 作为一种实施例, 处理器 1501 可以包括一个或多个 CPU, 例如图 15 中所示出的 CPU0 和 CPU1。

在具体实现中, 作为一种实施例, 通信装置 1500 也可以包括多个处理器, 例如图 15 中所示的处理器 1501 和处理器 1504。这些处理器中的每一个可以是一个单核处理器 (single-CPU), 也可以是一个多核处理器 (multi-CPU)。这里的处理器可以指一个或多个设备、电路、和/或用于处理数据 (例如计算机程序指令) 的处理核。

其中, 所述存储器 1502 用于存储执行本申请方案的软件程序, 并由处理器 1501 来控制执行, 具体实现方式可以参考上述方法实施例, 此处不再赘述。

10 可选地, 存储器 1502 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
15 何其他介质, 但不限于此。存储器 1502 可以和处理器 1501 集成在一起, 也可以独立存在, 并通过通信装置 1500 的接口电路 (图 15 中未示出) 与处理器 1501 耦合, 本申请实施例对此不作具体限定。

收发器 1503, 用于与其他通信装置之间的通信。例如, 通信装置 1500 为终端, 收发器 1503 可以用于与网络设备通信, 或者与另一个终端装置通信。又例如, 通信装置 1500 为网络设备, 收发器 1503
20 可以用于与终端通信, 或者与另一个网络设备通信。

可选地, 收发器 1503 可以包括接收器和发送器 (图 15 中未单独示出)。其中, 接收器用于实现接收功能, 发送器用于实现发送功能。

可选地, 收发器 1503 可以和处理器 1501 集成在一起, 也可以独立存在, 并通过通信装置 1500 的接口电路 (图 15 中未示出) 与处理器 1501 耦合, 本申请实施例对此不作具体限定。

25 需要说明的是, 图 15 中示出的通信装置 1500 的结构并不构成对该通信装置的限定, 实际的通信装置可以包括比图示更多或更少的部件, 或者组合某些部件, 或者不同的部件布置。

此外, 通信装置 1500 的技术效果可以参考上述方法实施例所述的通信方法的技术效果, 此处不再赘述。

本申请实施例提供一种通信系统。该通信系统可以包括: 图 4 所示的终端装置和网络设备。

30 应理解, 在本申请实施例中的处理器可以是中央处理单元 (central processing unit, CPU), 该处理器还可以是其他通用处理器、数字信号处理器 (digital signal processor, DSP)、专用集成电路 (application specific integrated circuit, ASIC)、现成可编程门阵列 (field programmable gate array, FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、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。

35 还应理解, 本申请实施例中的存储器可以是易失性存储器或非易失性存储器, 或可包括易失性和非易失性存储器两者。其中, 非易失性存储器可以是只读存储器 (read-only memory, ROM)、可编程只读存储器 (programmable ROM, PROM)、可擦除可编程只读存储器 (erasable PROM, EPROM)、电可擦除可编程只读存储器 (electrically EPROM, EEPROM) 或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器 (random access memory, RAM), 其用作外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明, 许多形式的随机存取存储器 (random access memory, RAM) 可用, 例如静态随机存取存储器 (static RAM, SRAM)、动态随机存取存储器 (DRAM)、同步动态随机存取存储器 (synchronous DRAM, SDRAM)、双倍数据速率同步动态随机存取存储器 (double data rate SDRAM, DDR SDRAM)、增强型同步动态随机存取存储器 (enhanced SDRAM, ESDRAM)、同步连接动态随机存取存储器 (synchlink DRAM, SLDRAM) 和直接内存总线随机存取存储器 (direct rambus RAM, DR RAM)。
40

45 上述实施例, 可以全部或部分地通过软件、硬件 (如电路)、固件或其他任意组合来实现。当使用软件实现时, 上述实施例可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令或计算机程序。在计算机上加载或执行所述计算机指令或计算机程序时, 全部或部

分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以为通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集合的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质（例如，软盘、硬盘、磁带）、光介质（例如，DVD）、或者半导体介质。半导体介质可以是固态硬盘。

应理解，本文中术语“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，其中A、B可以是单数或者复数。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系，但也可能表示的是一种“和/或”的关系，具体可参考前后文进行理解。

本申请中，“至少一个”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“以下至少一项(个)”或其类似表达，是指的这些项中的任意组合，包括单项(个)或复数项(个)的任意组合。例如，a、b、或c中的至少一项(个)，可以表示：a、b、c、a-b、a-c、b-c、或a-b-c，其中a、b、c可以是单个，也可以是多个。

应理解，在本申请的各种实施例中，上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

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。

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。

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，可以存储在一个计算机可读存储介质中。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。

权 利 要 求 书

1. 一种通信方法，其特征在于，包括：
接收第一指示信息；其中，所述第一指示信息指示第一调制与编码方案 MCS 和第二 MCS；
通过第一相位跟踪参考信号 PTRS 端口发送第一 PTRS；其中，所述第一 PTRS 对应的时域密度为
5 第一时域密度，所述第一时域密度与所述第一 MCS 和/或所述第二 MCS 相关联；
通过第二 PTRS 端口发送第二 PTRS；其中，所述第二 PTRS 对应的时域密度为第二时域密度，所
述第二时域密度与所述第一 MCS 和/或所述第二 MCS 相关联。
2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
接收第二指示信息；其中，所述第二指示信息包含 PTRS 时域密度信息，所述 PTRS 时域密度信息
10 用于指示多个 MCS 阈值取值；
所述第一时域密度与如下至少一项相关联：所述第一 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值；所述第二
MCS 和所述多个 MCS 阈值取值；或者，所述第一 MCS、所述第二 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值；
所述第二时域密度与以下至少一项相关联：所述第一 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值；所述第二
MCS 和所述多个 MCS 阈值取值；或者，所述第一 MCS、所述第二 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值。
- 15 3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述多个 MCS 阈值取值包括如下至少一项：第一
MCS 阈值取值、第二 MCS 阈值取值、或者第三 MCS 阈值取值。
4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述第一时域密度，与所述第一 MCS 和所述多个
MCS 阈值取值相关联；所述第二时域密度，与所述第一 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值相关联；
所述第一时域密度，与所述第一 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：
20 若所述第一 MCS 小于所述第一 MCS 阈值取值，则所述第一 PTRS 不存在；
若所述第一 MCS 大于或等于所述第一 MCS 阈值取值，且小于所述第二 MCS 阈值取值，则所述第
一时域密度为第一取值；
若所述第一 MCS 大于或等于所述第二 MCS 阈值取值，且小于所述第三 MCS 阈值取值，则所述第
一时域密度为第二取值；
25 若所述第一 MCS 大于或等于所述第三 MCS 阈值取值，且小于第四 MCS 阈值取值，则所述第一时
域密度为第三取值；其中，所述第四 MCS 阈值取值为预设取值；所述第二时域密度，与所述第一 MCS
和所述多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：
若所述第一 MCS 小于所述第一 MCS 阈值取值，则所述第二 PTRS 不存在；
若所述第一 MCS 大于或等于所述第一 MCS 阈值取值，且小于所述第二 MCS 阈值取值，则所述第
30 二时域密度为第一取值；
若所述第一 MCS 大于或等于所述第二 MCS 阈值取值，且小于所述第三 MCS 阈值取值，则所述第
二时域密度为第二取值；
若所述第一 MCS 大于或等于所述第三 MCS 阈值，且小于所述第四 MCS 阈值取值，则所述第二时
域密度为第三取值。
- 35 5. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述第一时域密度，与第四取值和所述多个 MCS 阈
值取值相关联；所述第二时域密度，与所述第四取值和所述多个 MCS 阈值取值相关联；所述第四取值，
与所述第一 MCS 和所述第二 MCS 相关联；
所述第一时域密度，与第四取值和所述多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：
若所述第四取值小于所述第一 MCS 阈值取值，则所述第一 PTRS 不存在；
40 若所述第四取值大于或等于所述第一 MCS 阈值取值，且小于所述第二 MCS 阈值取值，则所述第
一时域密度为第一取值；
若所述第四取值大于或等于所述第二 MCS 阈值取值，且小于所述第三 MCS 阈值取值，则所述第
一时域密度为第二取值；
若所述第四取值大于或等于所述第三 MCS 阈值取值，且小于第四 MCS 阈值取值，则所述第一时
45 域密度为第三取值；其中，所述第四 MCS 阈值取值为预设取值；
所述第二时域密度，与所述第四取值和所述多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：
若所述第四取值大于或等于所述第一 MCS 阈值取值，且小于所述第二 MCS 阈值取值，则所述第

二时域密度为第一取值；

若所述第四取值大于或等于所述第二 MCS 阈值取值，且小于所述第三 MCS 阈值取值，则所述第二时域密度为第二取值；

5 若所述第四取值大于或等于所述第三 MCS 阈值取值，且小于所述第四 MCS 阈值取值，则所述第二时域密度为第三取值。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述第四取值为如下至少一项：

Mean(第一 MCS，第二 MCS)；

$\lfloor \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rfloor$ ；或者，

$\lceil \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rceil$ 。

10 7. 根据权利要求 4-6 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一 MCS 大于所述第二 MCS。

8. 根据权利要求 4-6 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一 MCS 小于所述第二 MCS。

9. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述第一 PTRS 端口对应第一 MCS，所述第二 PTRS 端口对应第二 MCS；第五取值，与所述第一 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值相关联；第六取值与所述第二 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值相关联；所述第一时域密度，与所述第五取值和第六取值相关联；

15 所述第二时域密度，与所述第五取值和第六取值相关联；

所述第五取值，与所述第一 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：

若所述第一 MCS 小于所述第一 MCS 阈值取值，则所述第一 PTRS 不存在；

若所述第一 MCS 大于或等于所述第一 MCS 阈值取值，且小于所述第二 MCS 阈值取值，则所述第五取值为第一取值；

20 若所述第一 MCS 大于或等于所述第二 MCS 阈值取值，且小于所述第三 MCS 阈值取值，则所述第五取值为第二取值；

若所述第一 MCS 大于或等于所述第三 MCS 阈值，且小于第四 MCS 阈值，则所述第五取值为第三取值；其中，所述第四 MCS 阈值取值为预设取值；

第六取值，与所述第二 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：

25 若所述第二 MCS 小于所述第一 MCS 阈值取值，则所述第二 PTRS 不存在；

若所述第二 MCS 大于或等于所述第一 MCS 阈值取值，且小于所述第二 MCS 阈值取值，则所述第六取值为第一取值；

若所述第二 MCS 大于或等于所述第二 MCS 阈值取值，且小于所述第三 MCS 阈值取值，则所述第五取值为第二取值；

30 若所述第二 MCS 大于或等于所述第三 MCS 阈值，且小于所述第四 MCS 阈值，则所述第六取值为第三取值。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，当所述第五取值大于所述第六取值时，所述第一时域密度和所述第二时域密度的取值均等于所述第五取值。

35 11. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，当所述第五取值小于所述第六取值时，所述第一时域密度和所述第二时域密度的取值均等于所述第五取值。

12. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，当所述第五取值大于所述第六取值时，所述第一时域密度的取值和所述第二时域密度的取值等于第七取值；所述第七取值，与所述第五取值和所述第六取值相关联。

40 13. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，当所述第五取值小于所述第六取值时，所述第一时域密度的取值和所述第二时域密度的取值等于第七取值；所述第七取值，与所述第五取值和所述第六取值相关联。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的方法，其特征在于，所述第七取值为如下至少一项：

Mean(第五取值，第六取值)；

$\lfloor \text{Mean}(\text{第五取值}, \text{第六取值}) \rfloor$ ；或者，

45 $\lceil \text{Mean}(\text{第五取值}, \text{第六取值}) \rceil$ 。

15. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述第一指示信息还指示 PUSCH 预编码和传输层数信息，所述第二指示信息还包括 PTRS 功率信息。

16. 根据权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 第一功率系数与如下至少一项相关联:

所述 PUSCH 预编码、所述传输层数信息、所述 PTRS 功率信息、或者第一调度 PTRS 端口数的取值; 其中, 所述第一功率系数为所述第一 PTRS 对应的功率系数;

5 第二功率系数与如下至少一项相关联: 所述 PUSCH 预编码、所述传输层数信息、所述 PTRS 功率信息、或者第二调度 PTRS 端口数的取值; 其中, 所述第二功率系数为所述第二 PTRS 对应的功率系数。

17. 根据权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 当所述第一时域密度小于所述第二时域密度时, 所述第一调度 PTRS 端口数的取值为 1, 所述第二调度 PTRS 端口数的取值为 2。

18. 根据权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 所述第一调度 PTRS 端口数的取值与每个 OFDM 符号上实际发送 PTRS 信号的 PTRS 端口数相关联; 所述第二调度 PTRS 端口数的取值, 与每个 OFDM 符号上实际发送 PTRS 信号的 PTRS 端口数相关联; 所述 PTRS 信号包括第一 PTRS 和第二 PTRS; 所
10 述 OFDM 符号为所述 PUSCH 包含的 OFDM 符号。

19. 一种通信装置, 其特征在于, 包括: 收发模块和处理模块; 其中,

所述收发模块, 用于接收第一指示信息; 其中, 所述第一指示信息指示第一调制与编码方案 MCS 和第二 MCS;

15 所述处理模块, 用于控制收发模块通过第一相位跟踪参考信号 PTRS 端口发送第一 PTRS; 其中, 所述第一 PTRS 对应的时域密度为第一时域密度, 所述第一时域密度与所述第一 MCS 和/或所述第二 MCS 相关联;

所述处理模块, 还用于控制收发模块通过第二 PTRS 端口发送第二 PTRS; 其中, 所述第二 PTRS 对应的时域密度为第二时域密度, 所述第二时域密度与所述第一 MCS 和/或所述第二 MCS 相关联。

20 20. 根据权利要求 19 所述的装置, 其特征在于,

所述收发模块, 还用于接收第二指示信息; 其中, 所述第二指示信息包含 PTRS 时域密度信息, 所述 PTRS 时域密度信息用于指示多个 MCS 阈值取值;

所述第一时域密度与如下至少一项相关联: 所述第一 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值; 所述第二 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值; 或者, 所述第一 MCS、所述第二 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值;

25 所述第二时域密度与以下至少一项相关联: 所述第一 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值; 所述第二 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值; 或者, 所述第一 MCS、所述第二 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值。

21. 根据权利要求 20 所述的装置, 其特征在于, 所述多个 MCS 阈值取值包括如下至少一项: 第一 MCS 阈值取值、第二 MCS 阈值取值、或者第三 MCS 阈值取值。

22. 根据权利要求 21 所述的装置, 其特征在于, 所述第一时域密度, 与所述第一 MCS 和所述多个
30 MCS 阈值取值相关联; 所述第二时域密度, 与所述第一 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值相关联;

所述第一时域密度, 与所述第一 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项:

若所述第一 MCS 小于所述第一 MCS 阈值取值, 则所述第一 PTRS 不存在;

若所述第一 MCS 大于或等于所述第一 MCS 阈值取值, 且小于所述第二 MCS 阈值取值, 则所述第一时域密度为第一取值;

35 若所述第一 MCS 大于或等于所述第二 MCS 阈值取值, 且小于所述第三 MCS 阈值取值, 则所述第一时域密度为第二取值;

若所述第一 MCS 大于或等于所述第三 MCS 阈值取值, 且小于第四 MCS 阈值取值, 则所述第一时域密度为第三取值; 其中, 所述第四 MCS 阈值取值为预设取值; 所述第二时域密度, 与所述第一 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项:

40 若所述第一 MCS 小于所述第一 MCS 阈值取值, 则所述第二 PTRS 不存在;

若所述第一 MCS 大于或等于所述第一 MCS 阈值取值, 且小于所述第二 MCS 阈值取值, 则所述第二时域密度为第一取值;

若所述第一 MCS 大于或等于所述第二 MCS 阈值取值, 且小于所述第三 MCS 阈值取值, 则所述第二时域密度为第二取值;

45 若所述第一 MCS 大于或等于所述第三 MCS 阈值, 且小于所述第四 MCS 阈值取值, 则所述第二时域密度为第三取值。

23. 根据权利要求 21 所述的装置, 其特征在于, 所述第一时域密度, 与第四取值和所述多个 MCS

阈值取值相关联；所述第二时域密度，与所述第四取值和所述多个 MCS 阈值取值相关联；所述第四取值，与所述第一 MCS 和所述第二 MCS 相关联；

所述第一时域密度，与所述第四取值和所述多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：

若所述第四取值小于所述第一 MCS 阈值取值，则所述第一 PTRS 不存在；

5 若所述第四取值大于或等于所述第一 MCS 阈值取值，且小于所述第二 MCS 阈值取值，则所述第一时域密度为第一取值；

若所述第四取值大于或等于所述第二 MCS 阈值取值，且小于所述第三 MCS 阈值取值，则所述第一时域密度为第二取值；

10 若所述第四取值大于或等于所述第三 MCS 阈值取值，且小于第四 MCS 阈值取值，则所述第一时域密度为第三取值；其中，所述第四 MCS 阈值取值为预设取值；

所述第二时域密度，与所述第四取值和所述多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：

若所述第四取值大于或等于所述第一 MCS 阈值取值，且小于所述第二 MCS 阈值取值，则所述第二时域密度为第一取值；

15 若所述第四取值大于或等于所述第二 MCS 阈值取值，且小于所述第三 MCS 阈值取值，则所述第二时域密度为第二取值；

若所述第四取值大于或等于所述第三 MCS 阈值取值，且小于所述第四 MCS 阈值取值，则所述第二时域密度为第三取值。

24. 根据权利要求 23 所述的装置，其特征在于，所述第四取值为如下至少一项：

Mean(第一 MCS，第二 MCS)；

20 $\lfloor \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rfloor$ ；或者，
 $\lceil \text{Mean}(\text{第一 MCS}, \text{第二 MCS}) \rceil$ 。

25. 根据权利要求 22-24 中任一项所述的装置，其特征在于，所述第一 MCS 大于所述第二 MCS。

26. 根据权利要求 22-24 中任一项所述的装置，其特征在于，所述第一 MCS 小于所述第二 MCS。

27. 根据权利要求 21 所述的装置，其特征在于，所述第一 PTRS 端口对应第一 MCS，所述第二 PTRS 25 端口对应第二 MCS；第五取值，与所述第一 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值相关联；第六取值与所述第二 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值相关联；所述第一时域密度，与所述第五取值和第六取值相关联；所述第二时域密度，与所述第五取值和第六取值相关联；

所述第五取值，与所述第一 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：

若所述第一 MCS 小于所述第一 MCS 阈值取值，则所述第一 PTRS 不存在；

30 若所述第一 MCS 大于或等于所述第一 MCS 阈值取值，且小于所述第二 MCS 阈值取值，则所述第五取值为第一取值；

若所述第一 MCS 大于或等于所述第二 MCS 阈值取值，且小于所述第三 MCS 阈值取值，则所述第五取值为第二取值；

35 若所述第一 MCS 大于或等于所述第三 MCS 阈值，且小于第四 MCS 阈值，则所述第五取值为第三取值；其中，所述第四 MCS 阈值取值为预设取值；

第六取值，与所述第二 MCS 和所述多个 MCS 阈值取值相关联满足如下任一项：

若所述第二 MCS 小于所述第一 MCS 阈值取值，则所述第二 PTRS 不存在；

若所述第二 MCS 大于或等于所述第一 MCS 阈值取值，且小于所述第二 MCS 阈值取值，则所述第六取值为第一取值；

40 若所述第二 MCS 大于或等于所述第二 MCS 阈值取值，且小于所述第三 MCS 阈值取值，则所述第六取值为第二取值；

若所述第二 MCS 大于或等于所述第三 MCS 阈值，且小于所述第四 MCS 阈值，则所述第六取值为第三取值。

28. 根据权利要求 27 所述的装置，其特征在于，当所述第五取值大于所述第六取值时，所述第一 45 时域密度和所述第二时域密度的取值均等于所述第五取值。

29. 根据权利要求 27 所述的装置，其特征在于，当所述第五取值小于所述第六取值时，所述第一时域密度和所述第二时域密度的取值均等于所述第五取值。

30. 根据权利要求 27 所述的装置，其特征在于，当所述第一时域密度取值大于所述第二时域密度取值时，所述第一时域密度的取值和所述第二时域密度的取值等于第七取值；所述第七取值，与所述第五取值和所述第六取值相关联。
31. 根据权利要求 27 所述的装置，其特征在于，当所述第一时域密度取值小于所述第二时域密度取值时，所述第一时域密度的取值和所述第二时域密度的取值等于第七取值；所述第七取值，与所述第五取值和所述第六取值相关联。
32. 根据权利要求 30 或 31 所述的装置，其特征在于，所述第七取值为如下至少一项：
Mean(第五取值，第六取值)；
[Mean(第五取值，第六取值)]；或者，
[Mean(第五取值，第六取值)]。
33. 根据权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述第一指示信息还指示 PUSCH 预编码和传输层数信息，所述第二指示信息还包括 PTRS 功率信息。
34. 根据权利要求 33 所述的装置，其特征在于，第一功率系数与如下至少一项相关联：
所述 PUSCH 预编码、所述传输层数信息、所述 PTRS 功率信息、或者第一调度 PTRS 端口数的取值；其中，所述第一功率系数为所述第一 PTRS 对应的功率系数；
第二功率系数与如下至少一项相关联：所述 PUSCH 预编码、所述传输层数信息、所述 PTRS 功率信息、或者第二调度 PTRS 端口数的取值；其中，所述第二功率系数为所述第二 PTRS 对应的功率系数。
35. 根据权利要求 33 所述的装置，其特征在于，当所述第一时域密度小于所述第二时域密度时，所述第一调度 PTRS 端口数的取值为 1，所述第二调度 PTRS 端口数的取值为 2。
36. 根据权利要求 33 所述的装置，其特征在于，所述第一调度 PTRS 端口数的取值与每个 OFDM 符号上实际发送 PTRS 信号的 PTRS 端口数相关联；所述第二调度 PTRS 端口数的取值，与每个 OFDM 符号上实际发送 PTRS 信号的 PTRS 端口数相关联；所述 PTRS 信号包括第一 PTRS 和第二 PTRS；所述 OFDM 符号为所述 PUSCH 包含的 OFDM 符号。
37. 一种通信装置，其特征在于，所述通信装置包括：处理器，所述处理器与存储器耦合；所述存储器用于存储计算机指令，当所述处理器执行所述指令时，以使所述通信装置执行如权利要求 1-18 中任一项所述的方法。
38. 一种通信芯片，其特征在于，其中存储有指令，当所述芯片在通信设备上运行时，使得如权利要求 1-18 中任一项所述的方法被实现。
39. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质包括计算机程序或指令，当所述计算机程序或指令在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1-18 中任一项所述的方法。
40. 一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品包括计算机程序或指令，当计算机程序或指令被通信装置运行时，使得权利要求 1-18 中任一项所述的方法被执行。