基于PPDU的通信方法、装置、及可读存储介质

本申请要求在2024年02月02日提交中国国家知识产权局、申请号为202410156971.9的中国专利申请的优先权，发明名称为“基于PPDU的通信方法、装置、及可读存储介质”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

本申请涉及无线通信技术领域，尤其涉及一种基于物理层协议数据单元(physical layer protocol data unit，PPDU）的通信方法、装置及可读存储介质。

背景技术

传统物联网设备通常配备寿命有限的电池，但随着物联网网络以及物联网设备的极大增长，维护支出（包括劳动力和电池成本）也将极大增长。例如，每年有数十亿块电池被丢弃，其中只有小部分可以回收利用，对地球生态系统造成有害影响。又如，在极端环境条件（例如高压、高温、极低温、潮湿环境）下，维持物联网网络的运行和更换电池可能非常困难。针对上述问题，无电池物联网通信被提出，其通过收集环境能量，可以有效提高网络性能和可持续性，扩大应用场景。此外，通过去掉电池，可以显著减小设备尺寸和成本，从而支持各种新应用。

目前电气与电子工程师协会（the institute of electrical and electronics engineers，IEEE）802.11工作组正在讨论一种支持有能量采集能力的物联网设备，可以称为环境能量（ambient power，AMP）物联网设备或AMP设备，它可以实现无电池通信。此类设备可以从不同来源（例如无线电波、光（阳光）、运动、热量等）收集能量，从而解决传统电池带来的问题。

与传统的无线通信设备（例如Wi-Fi（wireless-fidelity，无线保真）设备）类似，AMP设备可以通过物理层协议数据单元（physical layer protocol data unit，PPDU）来传递信息，而前导码（preamble）序列是PPDU的一个重要组成部分。所以如何设计应用于AMP设备的前导码（preamble）序列是本领域技术人员正在研究的问题。

发明内容

本申请实施例提供一种基于PPDU的通信方法、装置及可读存储介质，可以降低AMP设备的功耗。

下面从不同的方面介绍本申请，应理解的是，下面的不同方面的实施方式和有益效果可以互相参考。

本申请中的AMP设备可以是支持AMP的无线通信设备，如支持AMP的高效（high efficient，HE）接入点（access point，AP）、或HE 站点（station，STA）、或超高吞吐率（extremely high throughput，EHT）AP、或EHT STA、或未来某代Wi-Fi标准的接入点/站点。

第一方面，本申请提供一种基于PPDU的通信方法，该方法可以应用于AMP领域，例如可以支持无线能量传输（wireless power transfer，WPT），无线局域网（wireless local area network，WLAN），或IEEE系列协议。该方法包括：第一通信装置生成并发送PPDU，该PPDU中包括前导码序列，该前导码序列的具体设计和内容参见下文实施例的描述。该前导码序列不同于唤醒无线电（wake-up radio，WUR）同步（WUR synchronization，WUR-Sync）字段所使用的序列（如WUR-Sync sequence）。

示例性的，上述PPDU可以包括同步字段（Sync field），该同步字段可以由前导码（preamble）序列生成或确定，该前导码序列（或者说该同步字段）可以用于进行PPDU检测和时间同步。

示例性的，该PPDU可以是AMP PPDU。本申请中“AMP PPDU”可以理解为支持AMP的无线通信设备（或者称为AMP设备）发送或接收的PPDU，或者与AMP有关的协议定义的PPDU。该同步字段可以采用开关键控（On-Off keying，OOK）调制，即二进制振幅键控（binary amplitude keying）调制。

本申请设计一种应用于AMP PPDU的前导码序列，并且该前导码序列不同于WUR-Sync字段所使用的序列，以使接收端能够区分AMP PPDU和WUR PPDU，从而使接收端尽早发现PPDU的类型，降低接收端（如AMP设备）的功耗。

第二方面，本申请提供一种基于PPDU的通信方法，该方法可以应用于AMP领域，例如可以支持

WPT，WLAN，或 IEEE 系列协议。该方法包括：第二通信装置接收并处理 PPDU，该 PPDU 中包括前导码序列，该前导码序列的具体设计和内容参见下文实施例的描述。该前导码序列不同于 WUR-Sync 字段所使用的序列（如 WUR-Sync sequence）。

示例性的，上述 PPDU 可以包括同步字段（Sync field），该同步字段可以由前导码（preamble）序列生成或确定，该前导码序列（或者说该同步字段）可以用于进行 PPDU 检测和时间同步。该同步字段可以采用开关键控（On-Off keying，OOK）调制，即二进制振幅键控（binary amplitude keying）调制。

示例性的，该 PPDU 可以是 AMP PPDU。

结合第一或第二方面，在一种可能的实现方式中，上述前导码序列包含{0,1}两种元素，该前导码序列中元素 0 和元素 1 的数量相等，且该前导码序列中连续 0 的个数小于或等于第一值。例如，该第一值可以等于 3。

示例性的，上述前导码序列的长度可以是偶数，示例性的，该前导码序列的长度可以是 8 的整数倍，例如 16，32，48，64，96 或 128。当然，该前导码序列的长度也可以是其它值，例如 24,40,42,44,46,50,52,54,56,58,60, 62,80,120,或 160 等。本申请不限制前导码序列的长度。

结合第一或第二方面，在一种可能的实现方式中，上述前导码序列的传输带宽小于或等于 20MHz，例如 4MHz。

结合第一或第二方面，在一种可能的实现方式中，上述前导码序列基于基础序列生成或确定。示例性的，该前导码序列的长度与基础序列的长度相关，例如该前导码序列的长度可以是基础序列长度的整数倍。该基础序列的长度可以是以下任一个：16,24,32,40,42,44,46,48,50,52,54,56,58,60,62,64。该基础序列中元素 0 和元素 1 的数量相等且连续 0 的个数小于或等于第一值。例如，该第一值可以等于 3。

结合第一或第二方面，在一种可能的实现方式中，上述前导码序列对应的接收端本地序列与 WUR-Sync 字段所使用的序列之间的互相关最大值小于或等于预设值。其中，该前导码序列对应的接收端本地序列与构成该前导码序列的基础序列相关。举例来说，接收端的本地序列 L 可以满足 $L=2*W_{amp}-1$，或者 $L=1-2*W_{amp}$，或者 $L=W_{amp}$。W_{amp} 表示基础序列。

示例性的，该预设值与基础序列的长度相关。例如，当基础序列的长度为 16, 24, 32,或 40 中任一个时，该预设值可以是 5。又例如，当基础序列的长度为 42,44,46,48,50,52,54,58,60,62,或 64 中任一个时，该预设值可以是 8。又例如，当基础序列的长度为 56 时，该预设值可以是 9。

本申请通过约束由基础序列构造的接收端本地序列与 WUR-Sync 字段所使用的序列之间的互相关最大值小于或等于某个值，以便于接收端根据收到的前导码序列区分 AMP PPDU 和 WUR PPDU，从而使接收端能够尽早发现 PPDU 的类型，降低接收端的功耗。

结合第一或第二方面，在一种可能的实现方式中，上述前导码序列对应的接收端本地序列与基础序列之间的互相关绝对值的最大值和次大值之间的比值可以大于或等于第三值。该第三值可以与基础序列的长度相关。例如，基础序列的长度为 16 时，第三值可以等于 4；基础序列的长度为 32 时，第三值可以等于(16/3)；基础序列的长度为 48 时，第三值可以等于(24/5)；基础序列的长度为 64 时，第三值可以等于(32/7)。其中，该前导码序列对应的接收端本地序列与构成该前导码序列的基础序列相关。举例来说，接收端的本地序列 L 可以满足 $L=2*W_{amp}-1$，或者 $L=1-2*W_{amp}$，或者 $L=W_{amp}$。W_{amp} 表示基础序列。

本申请实施例通过约束基础序列和接收端本地序列的之间互相关绝对值的最大值和次大值之间的比值大于或等于某个值，使接收端更容易检测到信号峰值，从而提高同步性能。

结合第一或第二方面，在一种可能的实现方式中，上述前导码序列可以是预定义的多个前导码序列中的一个，这多个前导码序列可以基于同一个基础序列确定。这多个前导码序列可以用于表示不同的控制信息。或者说，这多个前导码序列中的每个前导码序列可以用于表示控制信息。

示例性的，该控制信息包括以下一项或多项：上述 PPDU 的有效载荷（payload）速率，（或者说数据速率），上述 PPDU 的 SIG 字段速率，整个 PPDU 的速率，上述 PPDU 的上行或下行标记，上述 PPDU 的版本号，上述 PPDU 的传输机会（transmission opportunity，TXOP）时长，或上述 PPDU 的调制方式。例如，该 PPDU 的调制方式包括但不限于以下一项或多项：上述 PPDU 的 payload 调制方式（或者说该 PPDU 的数据调制方式），上述 PPDU 的 SIG 字段调制方式，上述 PPDU 的 payload 的调制与编码策略（modulation and coding scheme，MCS），或上述 PPDU 的 SIG 字段的 MCS。该 PPDU 的调制方式还可以是整个 PPDU 的调制方式或者 MCS。本申请通过不同的前导码序列携带不同的控制信息，可以节省信令开销。

举例来说，上述预定义的多个前导码序列中的一个或多个前导码序列可以用于表示同一种控制信息的不同值，例如前导码序列 1 和前导码序列 2 可以用于分别表示 payload 速率 1 和 payload 速率 2。当然，上

述预定义的多个前导码序列可以分别用于表示不同种控制信息，例如前导码序列 1 可以用于分别表示 payload 速率，前导码序列 2 可以用于表示 PPDU 的上行或下行标记。上述预定义的多个前导码序列中的一个前导码序列还可以用于表示多种控制信息，比如前导码序列 1 可以用于表示 payload 速率和、PPDU 的上行/下行标记等。

示例性的，上述预定义的多个前导码序列包括以下一项或多项：基础序列，基础序列的元素取补，基础序列重复 K 次，基础序列的元素取补后重复 K 次，基础序列与基础序列的元素取补后组成的序列，基础序列与基础序列的元素取补后组成的序列再重复 K 次，基础序列重复 K 次与基础序列的元素取补后组成的序列，基础序列与基础序列的元素取补后再重复 K 次组成的序列，或，基础序列重复 K 次与基础序列的元素取补后再重复 K 次组成的序列。其中，K 是正整数。元素取补表示元素 0 变为元素 1，元素 1 变为元素 0。

结合第一或第二方面，在一种可能的实现方式中，上述预定义的多个前导码序列中包括长度相同的前导码序列和/或长度不同的前导码序列。例如，这多个前导码序列中包括长度相同的 N 个前导码序列，这 N 个前导码序列之间的汉明距离大于或等于第二值，N 为大于或等于 2 的整数。

第三方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置用于执行上述第一方面或第一方面的任意可能的实现方式中的方法。该通信装置包括具有执行第一方面或第一方面的任意可能的实现方式中的方法的模块。

第四方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置用于执行上述第一方面或第一方面的任意可能的实现方式中的方法。该通信装置包括具有执行第二方面或第二方面的任意可能的实现方式中的方法的模块。

在第三方面或第三方面中，上述通信装置可以包括收发模块和处理模块。对于收发模块和处理模块的具体描述还可以参考下文示出的装置实施例。上述第二方面到上述第四方面的有益效果可以参考前述第一方面和第二方面的相关描述，这里不赘述。

第五方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置包括处理器，用于执行上述第一方面、或上述第二方面、或其中任一方面的任意可能的实现方式所示的方法。或者，该处理器用于执行存储器中存储的程序，当该程序被执行时，上述第一方面、或上述第二方面、或其中任一方面的任意可能的实现方式所示的方法被执行。

结合第五方面，在一种可能的实现方式中，存储器位于上述通信装置之外。

结合第五方面，在一种可能的实现方式中，存储器位于上述通信装置之内。

本申请中，处理器和存储器还可以集成于一个器件中，即处理器和存储器还可以被集成在一起。示例性的，该通信装置可以为芯片。

结合第五方面，在一种可能的实现方式中，该通信装置还包括收发器，该收发器，用于发送或接收 PPDU。

第六方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以包括逻辑电路和接口，该逻辑电路和接口耦合。其中，该接口用于交互（或收发或输入输出）信息或数据，该逻辑电路用于运行程序指令，使得该通信装置执行上述第一方面、或上述第二方面、或其中任一方面的任意一种可能的实现方式描述的方法。其中，接口可以是通信接口，或收发器。收发器可以为通信装置中的射频模块，或，射频模块和天线的组合，或，芯片或电路的输入输出接口。

第七方面，本申请提供一种可读存储介质，该可读存储介质上存储有程序指令，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面、或上述第二方面、或其中任一方面的任意一种可能的实现方式描述的方法。

第八方面，本申请提供一种包含程序指令的计算机程序产品，当其运行时，使得上述第一方面、或上述第二方面、或其中任一方面的任意一种可能的实现方式描述的方法被执行。

第九方面，本申请提供一种通信系统，该通信系统包括第一通信装置和第二通信装置；该第一通信装置用于执行上述第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式描述的方法，该第二通信装置用于执行上述第二方面或第二方面的任意一种可能的实现方式描述的方法。

上述各个方面达到的技术效果可以相互参考或参考下文所示的方法实施例中的有益效果，此处不再重复赘述。

附图说明

图 1 是本申请实施例提供的无线通信系统的一种网络架构图；

图 2 是本申请实施例提供的 WUR PPDU 的格式示意图；

图 3 是本申请实施例提供的 AMP PPDU 的一种可能的格式示意图；

图 4 是本申请实施例提供的基于 PPDU 的通信方法的流程示意图；
图 5 是本申请实施例提供的 On 符号的一种生成方式示意图；
图 6 是本申请实施例提供的背反射通信的基本原理示意图；
图 7 是本申请实施例提供的背反射通信中“0”和“1”信号的示意图；
图 8 是本申请实施例提供的通信装置的一结构示意图；
图 9 是本申请实施例提供的通信装置的另一结构示意图；
图 10 是本申请实施例提供的通信装置的又一结构示意图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

在本申请的描述中，“第一”和“第二”等仅用于区别不同对象，而不是用于描述特定顺序。此外，除非另有说明，“/”表示“或”的意思，例如，A/B 可以表示 A 或 B。本文中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。此外，“至少一个”是指一个或多个，“多个”是指两个或两个以上。“以下一项（个）或多项（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 和 b；a 和 c；b 和 c；或 a 和 b 和 c。其中 a，b，c 可以是单个，也可以是多个。

术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备等，没有限定于已列出的步骤或单元，而是可选地还包括没有列出的步骤或单元等，或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备等固有的其它步骤或单元。

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

可以理解，在本申请中，“当…时”、“若”以及“如果”均指在某种客观情况下装置会做出相应的处理，并非是限定时间，且也不要求装置实现时一定要有判断的动作，也不意味着存在其它限定。其中，在某种客观情况下装置做出相应的处理，包括：满足该客观情况，即能做该相应的处理；或者满足该客观情况和其他情况，才能做出该相应的处理。

本申请中对于使用单数表示的元素旨在用于表示“一个或多个”，而并非表示“一个且仅一个”，除非有特别说明。

可以理解，在本申请各实施例中，“A 对应的 B”、“A 与 B 对应”或其类似表达，表示 B 与 A 相关联，根据 A 可以确定 B。根据 A 确定 B 并不意味着仅仅根据 A 确定 B，还可以根据 A 和/或其它信息确定 B。

本申请实施例提供的技术方案可以应用于 AMP 领域，例如可以支持无线能量传输（wireless power transfer，WPT），无线局域网（wireless local area network，WLAN），或电气与电子工程师协会（institute of electrical and electronics engineers，IEEE）系列协议。

本申请实施例提供的技术方案可以适用于 IEEE 802.11 与 AMP 有关的协议，或者适用于 IEEE 802.11 系列的其他协议，例如 802.11a/b/g 协议、802.11n 协议、802.11ac 协议、802.11ax 协议、802.11be 协议（又称为 Wi-Fi 7、极高吞吐量（extremely high throughput，EHT））、802.11ad、802.11ay、802.11bn 协议（802.11bn 又称为 Wi-Fi 8，或称为超高可靠性（ultra-high reliability，UHR））或 802.11bn 的下一代的协议等，这里不一一列举。本申请实施例提供的技术方案还可以应用于基于毫米波（millimeter wave，MMW），超宽带（ultra wideband，UWB）技术的无线个人局域网（wireless personal area network，WPAN）等。如本申请实施例提供的技术方案可以适用于 IEEE802.15 系列协议，例如 802.15.4a 协议、802.15.4z 协议或 802.15.4ab 协议，或者未来某代 UWB WPAN 协议等，不再一一列举。本申请实施例提供的技术方案也可以应用于感知（sensing）系统，如 802.11bf 系列标准。

其中，802.11n 标准称为高吞吐率（high throughput，HT），802.11ac 标准称为非常高吞吐率（very high throughput，VHT）标准，802.11ax 标准称为高效（high efficient，HE）标准，802.11be 标准称为超高吞吐率（extremely high throughput，EHT）标准。其中，802.11bf 包括低频（例如，sub7GHz）和高频（例如，60GHz）两个大类标准。sub7GHz 的实现方式主要依托 802.11ac、802.11ax、802.11be 及下一代等标准，60GHz 实现方式主要依托 802.11ad、802.11ay 及下一代等标准。其中，802.11ad 也可以称为定向多吉比特（directional

multi-gigabit，DMG）标准，802.11ay 也可以称为增强定向多吉比特（enhanced directional multi-gigabit，EDMG）标准。

本申请实施例提供的技术方案还可以应用于如下通信系统，例如，可以是物联网（internet of things，IoT）系统，车与任何事物（vehicle-to-everything，V2X，X 可以代表任何事物）、设备到设备（device-to-device，D2D），窄带物联网（narrow band internet of things，NB-IoT）系统，长期演进（long term evolution，LTE）系统，第五代（5th-generation，5G）通信系统，以及未来通信发展中出现的新的通信系统等。例如，该 V2X 可以包括：车辆到车辆（vehicle to vehicle，V2V），车辆与基础设施（vehicle to infrastructure，V2I）、车辆与行人之间的通信（vehicle to pedestrian，V2P）或车辆与网络（vehicle to network，V2N）通信等。

本申请实施例的技术方案可以适用于接入点与站点的通信场景中。在本申请实施例中，术语“通信”还可以描述为“数据传输”、“信息传输”或“传输”。在本申请实施例中，术语“传输”还可以描述为“发送”和/或“接收”。

参见图 1，图 1 是本申请实施例提供的无线通信系统的一种网络架构图。如图 1 所示，该无线通信系统可以包括一个或多个接入点（access point，AP）类的站点（station，STA），和一个或多个非接入点类的站点（none access point station，non-AP STA）。为便于描述，本文将接入点类的站点（AP STA）简称为接入点（AP），非接入点类的站点（non-AP STA）简称为站点（STA）。图 1 以该无线通信系统包括一个 AP 和六个站点（STA 1、STA 2、STA 3、STA 4、STA 5、STA 6）为例进行说明。在实际应用中，该无线通信系统中包括的 AP 和 STA 数量可以更多或更少，本申请不限制无线通信系统中的 AP 数量和 STA 数量。

一种可能的实现方式中，接入点可以是终端设备（如手机）进入有线（或无线）网络的接入点，主要部署于家庭、大楼内部以及园区内部，典型覆盖半径为几十米至上百米，当然，也可以部署于户外。接入点相当于一个连接有线网和无线网的桥梁，主要作用是将各个无线网络客户端连接到一起，然后将无线网络接入以太网。示例性的，接入点可以是带有无线保真（wireless-fidelity，Wi-Fi）芯片的终端设备（如手机）或者网络设备（如通信服务器、路由器、交换机、网桥等通信实体）。

本申请中的接入点可以是支持 AMP 的无线通信设备，如支持 AMP 的 HE AP 或 EHT AP 或未来某代 Wi-Fi 标准的接入点。示例性的，该接入点可以支持 802.11bn、802.11be、802.11bf、802.11ax、802.11ac、802.11n、802.11g、802.11b、802.11ad、802.11ay 及 802.11a 等 802.11 家族的多种 WLAN 制式。示例性的，该接入点还可以支持 UWB 相关协议或感知协议。

一种可能的实现方式中，站点可以是无线通讯芯片、无线传感器或无线通信终端等，也可称为用户。例如，站点可以为支持 Wi-Fi 通讯功能的移动电话、支持 Wi-Fi 通讯功能的平板电脑、支持 Wi-Fi 通讯功能的机顶盒、支持 Wi-Fi 通讯功能的智能电视、支持 Wi-Fi 通讯功能的智能可穿戴设备、支持 Wi-Fi 通讯功能的车载通信设备和支持 Wi-Fi 通讯功能的计算机、支持 Wi-Fi 通讯功能的标签、支持 Wi-Fi 通讯功能的传感器等等。

本申请中的站点也可以是支持 AMP 的无线通信设备，如支持 AMP 的 HE STA 或 EHT STA 或未来某代 Wi-Fi 标准的站点。示例性的，该站点可以支持 802.11bn、802.11be、802.11bf、802.11ax、802.11ac、802.11n、802.11g、802.11b、802.11ad、802.11ay 及 802.11a 等 802.11 家族的多种 WLAN 制式。示例性的，该站点还可以支持 UWB 相关协议或感知协议。

示例性的，AMP 的应用场景包括但不限于智慧家庭、智慧农场、智慧工厂、物流/仓储、商超配送、室内定位、数据中心等。随着 AMP 应用场景的不断普及，AMP 系统将会应用于更多场景或产业中，比如，应用于物联网产业，应用于车联网产业或应用于银行业，应用于企业办公，体育场馆展馆，音乐厅，酒店客房，宿舍，病房，教室，商超，广场，街道，生成车间和仓储等。当然，支持 WLAN 通信或感知的设备（比如接入点或站点）可以是智慧城市中的传感器节点（比如智能水表，智能电表，智能空气检测节点），智慧家居中的智能设备（比如智能摄像头，投影仪，显示屏，电视机，音响，电冰箱，洗衣机等），物联网中的节点，娱乐终端（比如增强现实（augmented reality，AR），虚拟现实（virtual reality，VR）等可穿戴设备），智能办公中的智能设备（比如，打印机，投影仪，扩音器，音响等），车联网中的车联网设备，日常生活场景中的基础设施（比如自动售货机，商超的自助导航台，自助收银设备，自助点餐机等），以及大型体育以及音乐场馆的设备等。

虽然本申请实施例主要以部署 IEEE 802.11 的网络为例进行说明，但本领域技术人员容易理解，本申请涉及的各个方面可以扩展到采用各种标准或协议的其它网络。例如，个人局域网（personal area network，PAN）、蓝牙（BLUETOOTH）、高性能无线 LAN（high performance radio LAN，HIPERLAN）（一种与 IEEE 802.11 标准类似的无线标准，主要在欧洲使用）以及广域网（wide area network，WAN）或其它现在已知

或以后发展起来的网络。因此，无论使用的覆盖范围和无线接入协议如何，本申请提供的各种方面可以适用于任何合适的无线网络。

由于设备能力的限制及后向兼容，支持 AMP 的 Wi-Fi 系统，可以最大程度地复用现有 Wi-Fi 的设计。一种可能的实现方式中，环境能量（ambient power，AMP）物理层协议数据单元（physical layer protocol data unit，PPDU）可以以唤醒无线电（wake-up radio，WUR）物理层协议数据单元（PPDU）为参考，在此基础上设计低功耗，低复杂度的 AMP PPDU。

本申请中“AMP PPDU”可以理解为支持 AMP 的无线通信设备（或者称为 AMP 设备）发送或接收的 PPDU，或者与 AMP 有关的协议定义的 PPDU。

一种可能的实现方式中，参见图 2，图 2 是本申请实施例提供的 WUR PPDU 的格式示意图。如图 2 所示，WUR（802.11ba）的 PPDU 格式包括但不限于：传统短训练字段（legacy short training field，L-STF），传统长训练字段（legacy long training field，L-LTF），传统信令字段（legacy signal field，L-SIG），二进制相移键控（binary phase shift keying，BPSK）符号 1（BPSK-Mark1），二进制相移键控符号 2（BPSK-Mark2），WUR 同步（WUR synchronization，WUR-Sync）字段，以及 WUR 数据（WUR-Data）字段。其中，L-STF、L-LTF、L-SIG、BPSK-Mark1 以及 BPSK-Mark2 的(传输)带宽为 20MHz，WUR-Sync 和 WUR-Data 的(传输)带宽为 4MHz。该 WUR PPDU 的各个字段（field）可以包括一个或多个符号（symbol）。L-STF 和 L-LTF 的持续时间是 8us（微妙），L-SIG、BPSK-Mark1 以及 BPSK-Mark2 的持续时间是 4us。WUR-Sync 字段所使用的序列是序列 W 经过重复或元素取补操作后获得。示例性的，序列 W=[1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 0]。对于 WUR 低数据速率（WUR low data rate，WUR LDR），WUR-Sync 字段所使用的序列是序列 W 重复两次后获得。WUR-Sync 字段所使用的序列可以使用开关键控（On-Off keying，OOK）即二进制振幅键控（binary amplitude keying）调制，每个 OOK 符号的持续时间 2us，所以 WUR LDR 时 WUR-Sync 字段的持续时间是 128us。对于 WUR 高数据速率（WUR high data rate，WUR HDR），WUR-Sync 字段所使用的序列是序列 W 中的元素取补，即序列 W 中的元素 1 变为元素 0，元素 0 变为元素 1，获得$\overline{W}$。$\overline{W}$=[0 1 0 1 1 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1]。因为 WUR-Sync 字段所使用的序列可以使用开关键控（OOK）调制，每个 OOK 符号的持续时间 2us，所以 WUR HDR 时 WUR-Sync 字段的持续时间是 64us。

由于 AMP 设备低成本、低复杂度、以及低功耗的需求，WUR PPDU 可以作为参考。AMP 的一种可能的 PPDU 结构如图 3 所示，图 3 是本申请实施例提供的 AMP PPDU 的一种可能的格式示意图。如图 3 所示，AMP 的一种可能 PPDU 结构包括但不限于：用于向后兼容性的前导码（preamble for backward compatibility），和环境能量前导码（AMP preamble）。示例性的，该 AMP PPDU 还可以包括环境能量头（AMP header）和/或有效载荷（payload）。其中，用于向后兼容性的前导码还可以理解为传统前导码（legacy preamble）或传统的一些信令字段或一些 PPDU 标识字段，比如可以包括如下任意一项或多项：L-STF, L-LTF, L-SIG, BPSK Mark 等。AMP preamble 可以包括 AMP 同步（AMP synchronization，AMP Sync）字段（AMP Sync field），AMP 同步字段可以由确定的序列（例如同步序列或前导码序列）构成，下文不再赘述。AMP header 还可以理解为 AMP 的信令字段（AMP SIG field），两者可相互替换使用。AMP 的有效载荷（payload）可以理解为 AMP 的数据字段（AMP data field），两者可相互替换使用。

示例性的，preamble for backward compatibility 的(传输)带宽为 20MHz，其作用是后向兼容。AMP preamble, AMP header, payload 的(传输)带宽均小于 20MHz，例如 4MHz。

综上可知，AMP PPDU 以 WUR PPDU 作为参考进行设计，但如何区分 AMP PPDU 和 WUR PPDU 尚待探索。

鉴于此，本申请实施例提供一种基于 PPDU 的通信方法、装置及可读存储介质，可以应用于 AMP 领域，通过设计 AMP PPDU 的 preamble 序列，用于区分 AMP PPDU 和 WUR PPDU，可以使接收端尽早发现 PPDU 的类型，降低接收端（如 AMP 设备）的功耗。

本申请中，除特殊说明外，各个实施例或实现方式之间相同或相似的部分可以互相参考。在本申请中各个实施例、以及各实施例中的各个实施方式/实施方法/实现方法中，如果没有特殊说明以及逻辑冲突，不同的实施例之间、以及各实施例中的各个实施方式/实施方法/实现方法之间的术语和/或描述具有一致性、且可以相互引用，不同的实施例、以及各实施例中的各个实施方式/实施方法/实现方法中的技术特征根据其内在的逻辑关系可以组合形成新的实施例、实施方式、实施方法、或实现方法。以下所述的本申请实施

方式并不构成对本申请保护范围的限定。

一种可能的实现方式中，本申请中的通信装置可以是支持 AMP 的无线通信设备，如前述图 1 中支持 AMP 的 AP 或 STA。在一些实施例中，本申请中的通信装置还可以是支持 AMP 的多链路设备（multi-link device，MLD）或多链路设备（MLD）中支持 AMP 的站点。多链路设备是一种支持多条链路并行进行传输的无线通信设备，相比于仅支持单条链路传输的设备来说，多链路设备具有更高的传输效率和更高的吞吐量。多链路设备包括一个或多个隶属的站点 STA（affiliated STA），隶属的 STA 可以是一个逻辑上的站点，也可以是物理上的站点，一个站点可以工作在一条链路或一个频段或一个信道上。其中，隶属的站点可以为接入点（AP）或非接入点站点（non-AP STA）。隶属的站点为 AP 的多链路设备可以称为 AP MLD，隶属的站点为 non-AP STA 的多链路设备可以称为 non-AP MLD。

示例性的，本申请中的通信装置可以支持 IEEE 802.11 与 AMP 有关的协议，还可以支持 IEEE 802.11 系列的其他协议，例如 802.11bn、802.11be、802.11bf、802.11ax、802.11ac、802.11n、802.11g、802.11b、802.11ad、802.11ay 及 802.11a 等 802.11 家族的多种 WLAN 制式。示例性的，本申请中的通信装置还可以支持 UWB 相关协议或感知协议，这里不一一列举。

参见图 4，图 4 是本申请实施例提供的基于 PPDU 的通信方法的流程示意图。如图 4 所示，该基于 PPDU 的通信方法包括但不限于以下步骤：

S101，第一通信装置生成 PPDU，该 PPDU 中包括前导码序列。示例性的，本申请实施例中的前导码序列（preamble sequence）也可以称为同步序列（Sync sequence），两者可相互替换使用，下文不再赘述。该前导码序列不同于 WUR-Sync 字段所使用的序列（如 WUR-Sync sequence）。该前导码序列的具体设计和内容参见下文的描述。

S102，第一通信装置发送该 PPDU。

相应的，第二通信装置接收该 PPDU。

S103，第二通信装置处理该 PPDU。示例性的，在一次通信过程中，本申请实施例的第一通信装置还可以称为发送端，第二通信装置还可以称为接收端。

一种可能的实现方式中，上述 PPDU 可以包括同步字段（Sync field），该同步字段可以由前导码（preamble）序列生成/确定，该前导码序列（或者说该同步字段）可以用于进行 PPDU 检测和时间同步。当然，该前导码序列（或者说该同步字段）还可以用于实现其它功能，本申请实施例不做限制。示例性的，该前导码序列的传输带宽可以小于或等于 20MHz。例如，该前导码序列的传输带宽为 4MHz。换句话说，该 PPDU 的同步字段（Sync field）的传输带宽小于或等于 20MHz。该同步字段可以采用 OOK 调制。示例性的，该 PPDU 可以是 AMP PPDU。例如，该 PPDU 的帧格式可以如前述图 3 所示，当然，该 PPDU 的帧格式还可以有其它形式，本申请实施例不做限制。

一种可能的实现方式中，上述前导码序列的长度可以是偶数，示例性的，该前导码序列的长度可以是 8 的整数倍，例如 16，32，48，64，96 或 128。当然，该前导码序列的长度也可以是其它值，例如 24,40,42,44,46,50,52,54,56,58,60, 62,80,120,或 160 等。本申请实施例不限制前导码序列的长度。

一种可能的实现方式中，上述前导码序列可以是包含{0,1}两种元素的二元序列。其中，该前导码序列的具体内容参见下文的描述。示例性的，该前导码序列中元素 0 和元素 1 的数量相等，且该前导码序列中连续 0 的个数小于或等于第一值。例如，该第一值可以等于 3。

一种可能的实现方式中，上述前导码序列可以基于基础序列确定，示例性的，该前导码序列可以是该基础序列经过一次或多次变换组成，具体参见下文的描述。示例性的，该前导码序列的长度与基础序列的长度相关，例如该前导码序列的长度可以是基础序列长度的整数倍。该基础序列的长度可以是以下任一个：16,24,32,40,42,44,46,48,50,52,54,56,58,60,62,64。该基础序列中元素 0 和元素 1 的数量相等且连续 0 的个数小于或等于上述第一值。

一种可能的实现方式中，上述前导码序列可以是预定义的多个前导码序列中的一个，这多个前导码序列可以基于同一个基础序列确定。示例性的，这多个前导码序列的具体内容参见下文的描述。这多个前导码序列可以用于表示不同的控制信息。该控制信息可以包括以下一项或多项：上述 PPDU 的 payload 速率（或者说数据速率），上述 PPDU 的 SIG 字段速率，整个 PPDU 的速率，上述 PPDU 的上行或下行标记，上述 PPDU 的版本号，上述 PPDU 的传输机会（transmission opportunity，TXOP）时长，或上述 PPDU 的调制方式。例如，该 PPDU 的调制方式包括但不限于以下一项或多项：上述 PPDU 的 payload 调制方式（或者说该 PPDU 的数据调制方式），上述 PPDU 的 SIG 字段调制方式，上述 PPDU 的 payload 的调制与编码策略（modulation and coding scheme，MCS），或上述 PPDU 的 SIG 字段的 MCS。该 PPDU 的调制方式还

可以是整个 PPDU 的调制方式或者 MCS。本申请实施例通过不同的前导码序列携带不同的控制信息，可以节省信令开销。

示例性的，上述预定义的多个前导码序列中可以包括长度相同的前导码序列和/或长度不同的前导码序列。例如，这多个前导码序列中包括长度相同的 N 个前导码序列，这 N 个前导码序列之间的汉明距离大于或等于第二值，N 为大于或等于 2 的整数。该第二值与基础序列或前导码序列的长度相关，具体参见下文的描述。

一种可能的实现方式中，第一通信装置（如 AP 或 STA）生成并发送 AMP PPDU。示例性的，该 AMP PPDU 的传输方式可以参考 WUP PPDU 的传输方式，或者说 AMP PPDU 中同步字段的传输方式可以与 WUR PPDU 中同步字段的传输方式相同或类似。本申请主要关注 AMP PPDU 中同步字段的传输方式。举例来说，AMP PPDU 中的同步字段可以采用多载波 OOK（multi-carrier OOK，MC-OOK）调制，MC-OOK 调制的符号可以分为开（On）符号和关（Off）符号，每个符号的持续时间为 2 微秒(us)。其中，On 符号表示元素 1，Off 符号表示元素 0。可以理解，对于 AMP PPDU 中的同步字段而言，On 符号对应前导码序列中的元素 1，Off 符号对应前导码序列中的元素 0。1 个 On 符号的生成过程如图 5 所示，图 5 是本申请实施例提供的 On 符号的一种生成方式示意图。其中采用 64 个子载波，子载波间隔为 312.5KHz，采样率为 20MHz。如图 5 所示，给子载波分配系数，标号为 k = (-6, -4, -2, 2, 4, 6) 的子载波系数为非零值，其他子载波系数均为零。非零子载波的取值可以为 BPSK，正交相移键控（quadrature phase shift keying，QPSK），16-QAM(正交振幅调制，quadrature amplitude modulation)，64-QAM,或者 256-QAM 星座点的任意值。如图 5 所示，再对分配系数后的 64 个子载波采用 64 点的离散傅里叶逆变换（inverse discrete fourier transform，IDFT），选取输出的前 32 个点，并对其进行随机化处理。如图 5 所示，将随机化处理后的 32 个点的最后 8 个点作为保护间隔（guard interval，GI），置于这 32 个点之前，得到共 40 个采样点，可以代表 2 微秒的 On 符号，即 1 个 On 符号。换句话说，1 个 On 符号包含 40 个采样点。1 个 Off 符号则输出 40 个 0。

再示例性的，AMP PPDU 中的同步字段经过 OOK 调制后的符号也可以采用脉冲的形式，例如：根升余弦脉冲或者高斯脉冲等。举例来说，假设 AMP PPDU 中同步字段的每个符号为 2 微秒，则 On 符号可以表示存在一个宽度为 2 微秒的脉冲，例如该宽度为从脉冲峰值往下 3dB(decibel，分贝)的宽度；Off 符号则表示不存在脉冲。其中，对于 AMP PPDU 中的同步字段而言，On 符号对应前导码序列中的元素 1，Off 符号对应前导码序列中的元素 0。

又示例性的，AMP PPDU 中同步字段的传输方式可以是背反射通信（backscatter communications）。背反射通信又称为调制反向散射（modulated backscatter）。可以理解，背反射通信是一种适用在低成本（low cost）、低功耗(low power)系统的技术。和传统的通信技术不同，背反射通信的发射机本身并不产生和发送射频（radio frequency，RF）信号，而是通过调制环境中的射频信号来发送信息。其中，环境中的射频信号包括但不限于：无线电视信号，广播信号，移动通信台发送的信号，Wi-Fi AP（路由器）发送的信号，专用读卡器发送的信号等。

参见图 6，图 6 是本申请实施例提供的背反射通信的基本原理示意图。如图 6 所示，背反射通信的基本原理如下：（1）背反射（backscatter）设备一般不携带电池，或者说 backscatter 设备的无线射频发送和接收信号不采用电池供电，以达到 low power 的功能。（2）backscatter 设备采用收集环境中的 RF 信号进行供电的方式（类似于无线充电）。当环境中有射频信号时，backscatter 设备将天线感应到的能量存储到电容等储能器件中。当存储到的能量到达一定门限时，即可以开始工作。由于这种工作方式，backscatter 设备一般只能驱动微瓦(uw)级的传感器。（3）backscatter 设备采用控制发送天线阻抗的方式传输信号。可以理解，本申请实施例中的第一通信装置可以是 backscatter 设备。以最简单的 OOK（On-Off Keying，二进制开关键控）为例，假定接收到的信号为 x，反射（或发送）的信号为 y，x 和 y 之间的关系可以表示为：

$$y = \Gamma x \quad \text{……（1-1）}$$

其中，Γ 表示反射系数，Γ 可以表示为：

$$\Gamma = \frac{Z_i - Z_a^*}{Z_i + Z_a^*} \quad \text{……（1-2）}$$

其中 Z_a 表示天线的阻抗，通常为 50 欧。Z_i 表示第 i 种状态时的匹配阻抗，如图 6 中的 Z_1 和 Z_2。

基于上述假定，第一通信装置采用如下方式发送“0”和“1”信号：

选择 $Z_i = Z_a$，反射系数 $\Gamma = 0$，RF 信号的能量被吸收，此时第一通信装置不反射（或不发送）信号，表示 Off 状态；选择 $Z_i \neq Z_a$，反射系数 $\Gamma \neq 0$，RF 信号的能量被反射，此时第一通信装置反射（或发送）信号，表示 On 状态。可以理解，对于 AMP PPDU 中的同步字段而言，On 状态对应前导码序列中的元素 1，

Off状态对应前导码序列中的元素0。举例来说，参见图7，图7是本申请实施例提供的背反射通信中“0”和“1”信号的示意图。如图7所示，下行激励信号c(t)可以表示环境中的射频信号，上行信息s(t)可以表示AMP PPDU中同步字段所使用的preamble序列，上行反射信号c(t)*s(t)可以表示第一通信装置输出的信号。可以理解，图7中“On”表示On状态或者前导码序列中的元素1，图7中“Off”表示Off状态或者前导码序列中的元素0。

一种可能的实现方式中，第一通信装置（如AP或STA）发送AMP PPDU后，第二通信装置（如STA或AP）接收并处理该AMP PPDU。举例来说，第二通信装置可以通过能量检测的方式判断是否接收到信号，如果接收到信号，则可以根据每个符号的持续时间（比如2us），判断该符号为1或者为0。第二通信装置可以将接收端的本地序列与所判断出的序列进行相关运算，再可以根据相关运算后得到的峰值的极性（即正或负）和个数，确定所接收到的序列。再举例来说，第二通信装置可以通过能量检测的方式判断是否接收到信号，如果接收到信号，则可以根据接收端（这里是第二通信装置）的每个符号的采样点数，将接收端的本地序列转换成与接收端的采样点数对应的序列。例如，接收端每个符号的采样点数是2，则将接收端的本地序列中每个元素重复2次，假设接收端的本地序列是[1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 -1 -1 1 1 1]，则转换后的本地序列是[1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 1 1]。然后将转换后的本地序列与接收到的信号经过采样后得到的序列进行相关运算，再可以根据相关运算后得到的峰值的极性（即正或负）及个数，确定所接收到的序列。

一种可能的实现方式中，上述本地序列可以用于与接收端判断出的序列进行相关运算以确定最终接收到的序列。接收端的本地序列（为便于描述，记为L）可以由基础序列（为便于描述，记为W_{amp}）构造。示例性的，接收端的本地序列L可以满足$L=2*W_{amp}-1$，或者$L=1-2*W_{amp}$，或者$L=W_{amp}$。当然，接收端的本地序列L还可以是其他形式，本申请实施例不做限制。其中，该接收端的本地序列L与WUR-Sync字段所使用的序列之间的互相关最大值小于或等于预设值。示例性的，该预设值与基础序列的长度相关。例如，当基础序列的长度为16，24，32，或40中任一个时，该预设值可以是5。又例如，当基础序列的长度为42,44,46,48,50,52,54,58,60,62,或64中任一个时，该预设值可以是8。又例如，当基础序列的长度为56时，该预设值可以是9。本申请实施例通过约束由基础序列构造的接收端本地序列与WUR-Sync字段所使用的序列之间的互相关最大值小于或等于某个值，以便于接收端根据收到的前导码序列区分AMP PPDU和WUR PPDU，从而使接收端能够尽早发现PPDU的类型，降低接收端的功耗。

一种可能的实现方式中，接收端的本地序列L与基础序列W_{amp}之间的互相关绝对值的最大值和次大值之间的比值可以大于或等于第三值。该第三值可以与基础序列的长度相关。例如，基础序列的长度为16时，第三值可以等于4；基础序列的长度为32时，第三值可以等于(16/3)；基础序列的长度为48时，第三值可以等于(24/5)；基础序列的长度为64时，第三值可以等于(32/7)。为便于描述，下文将“互相关绝对值的最大值和次大值之间的比值”称为“峰值旁瓣比”。本申请实施例通过约束基础序列和接收端本地序列的之间的“峰值旁瓣比”大于或等于某个值，使接收端更容易检测到信号峰值，从而提高同步性能。

下面举例说明本申请实施例设计的前导码序列、基础序列以及序列的设计原则。

一种可能的实现方式中，AMP PPDU以WUR PPDU为基础进行设计，类似的，AMP PPDU中同步字段携带的前导码序列可以参考WUR-Sync字段所使用的序列进行设计。基于前述WUR-Sync字段所使用的序列可知，WUR-Sync字段所使用的序列具有以下特点：

1、WUR-Sync字段是OOK调制的，其对应的序列W中只有元素0和元素1。

2、在接收端，WUR的本地序列$L=2*W-1$。因此，本地序列的元素只有-1和1。其中，本地序列L的元素-1对应序列W的元素0，本地序列L的元素1对应序列W的元素1。

3、WUR-Sync字段所使用的序列是序列W经过变换（例如：重复或元素取补操作）后得到。

4、序列W中有相同数量的元素0和元素1。这样可以在与本地序列做相关时，正峰和负峰的幅度相同。

本申请实施例中AMP PPDU的同步字段所携带的前导码序列可以是同一个序列（为便于描述，本申请实施例将这个序列称为基础序列，用W_{amp}表示，下文不再赘述）经过一次或多次变换组成。另外，本申请实施例为了描述方便，将这一次或多次变换用外层序列表示。其中，外层序列中的元素1表示基础序列W_{amp}重复一次；元素-1表示基础序列W_{amp}中的元素1变为元素0，元素0变为元素1，即外层序列中的元素-1表示基础序列W_{amp}中的元素取补；下文不再赘述。

基于上述WUR-Sync字段所使用的序列的特点，AMP PPDU中前导码序列的设计有以下考量：

1、基础序列的自相关峰值旁瓣比要高，比如大于或等于第三值。这样在接收端可以更容易检测到信号峰值，从而提高同步性能。

2、由基础序列构造的本地序列L（$L=2*W_{amp}-1$，或$L=1-2*W_{amp}$，或$L=W_{amp}$）与WUR-Sync字段所使用的序列之间的互相关要小，比如互相关最大值小于或等于预设值，说明AMP的基础序列不同于WUR

中的基础序列。这样更容易区分 AMP PPDU 和 WUR PPDU，可以使接收端尽早发现 PPDU 的类型，降低接收端（如 AMP 设备）的功耗。

3、因为接收端检测到有信号时，就开始做相关运算，而如前述图 3 所示的 AMP PPDU 的起始部分是 preamble for backward compatibility，即传统前导码（legacy preamble）；在接收端，legacy preamble 会被 OOK 接收机判定为 On 符号，即 1。所以在设计前导码序列时，考虑在前导码序列前添加若干个 1 对性能的影响。如果以一个符号的持续时间为 2 微秒为例，legacy preamble 的持续时间为 28 微秒，所以最多考虑 14 个 1 作为前缀。

4、基础序列中有相同数量的元素 0 和元素 1，且连续 0 的个数小于或等于第一值。例如第一值为 3。考虑到连续 0 的个数越多，Off 符号的持续时间就越长，OOK 接收机越容易失步，所以本申请实施例约束基础序列中连续 0 的个数不超过某个值，可以减小 OOK 接收机失步的概率。

5、外层序列包括元素 1 和元素-1。如前所述，外层序列中的元素 1 表示基础序列重复一次，外层序列中的元素-1 表示基础序列中的元素取补（即元素 1 变为元素 0，元素 0 变为元素 1）。

6、同一长度的外层序列之间的汉明距离要大，这样可以使同一长度的前导码序列在接收端更容易被区分开。

基于上述前导码序列的设计考量，一种可能的基础序列构造方法：根据序列长度，选择一条长度接近的已知序列（如 m 序列或 Legendre 序列），通过对已知序列进行元素增减，可以得到对应长度的基础序列。可以理解，已知序列选择不同，构造方法也会有所不同。举例来说，如下述表 1 所示，其示出了长度为 16，32，48，64 的基础序列构造方法。可以理解，本文给出的基础序列和外层序列仅是示例，任何满足前述前导码序列的设计考量中至少一项的序列都属于本申请实施例的保护范围。

表 1

基础序列的长度	基础序列 W_{amp}	已知序列	构造方法
16	1010011000100111	长度为 15 的 m 序列，本原多项式为 x^4+x+1，初始状态为[1 0 0 0]，循环移位 8 位，得到序列 s = 101011001000111	将 s 删除 1 个元素，并添加两个 0 元素，可以得到 W_{amp} = [s(1:3), 0, s(4:8), 0, s(9:11), s(13:15)]。
32	10100111001010111000100110110100	令长度为 16 的基础序列为 y，y=1010011000100111，将 y 循环移位 9 位得到 y′=0001001111010011，得到序列 s = [y y′]	令 s[8]=1，分别添加一个 1 和 0，并删除最后两个元素，可以得到 W_{amp} = [s(1:12), 1, s(13:24), 0, s(25:30)]。
48	101101011000101010000101110100011110011100101001	令长度为 43 的 Legendre 序列为 s	令 s[17]=1, s[31]=0,添加 01010，可以得到 W_{amp} = [s(1:13), 0, 1, 0, 1, 0, s(14:43)]。
64	1010001010110110001000011000101101110111101110010010100100111101	令长度为 59 的 Legendre 序列为 s	令 s[29]=1, s[33]=0,添加 01001，可以得到 W_{amp} = [s(1:54), 0, 1, 0, 0, 1, s(55:59)]。

可以理解，表 1 中 s(i:j)表示序列 s 中的第 i 个元素到第 j 个元素，下文相同表达表示相同含义，不再赘述。例如：表 1 第一行第四列中的 s(1:3)表示序列 s 中的第 1 个元素到第 3 个元素，即 101；又如表 1 第一行第四列中的 s(9:11)表示序列 s 中的第 9 个到第 11 个元素，即 100。再如：表 1 第二行第四列中的 s(1:12)表示序列 s 中的第 1 个元素到第 12 个元素，即 101001100010。

基于上述前导码序列的设计考量，在基础序列的长度为 16 时，外层序列（或者说基础序列与前导码序列的关系）及该基础序列下的性能如下述表 2 所示。其中，W_{amp} 表示基础序列，接收端的本地序列 $L=2*W_{amp}-1$，A 和 B 分别表示 WUR LDR 和 WUR HDR 的 WUR-Sync 字段所使用的序列并带有不同长度的 1 作为前缀。⟨L , A⟩表示本地序列 L 和序列 A 的互相关最大值，⟨L , B⟩表示本地序列 L 和序列 B 的互相关最大值。“峰值旁瓣比”可以表示接收端的本地序列 L 与基础序列 W_{amp} 之间的互相关绝对值的最大值和次大值之间的比值。下文相同表达表示相同含义，不再赘述。

表 2

基础序列 W_{amp}	做相关时前缀 1 的个数	类型	外层序列	性能
1010011000100111	0	类型 1	从以下序列中选择一个：[-1], [1 -1], [-1 1 -1], [1 -1 1 -1].	$\langle L,A\rangle=3$，$\langle L,B\rangle=3$ 峰值旁瓣比：8/3≈2.67
		类型 2	从以下四组中选择一个：{[1], [-1]}, {[1 -1], [-1 1]}, {[1 -1 1], [-1 1 -1]}, {[-1 1 -1 1], [1 -1 1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 3
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：[1],[-1],[1 -1],[-1 1],[1 -1 1],[-1 1 -1],[1 -1 1 -1],[-1 1 -1 1].	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 3
1001001111010100	2	类型 1	从以下序列中选择一个：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	$\langle L,A\rangle=4$，$\langle L,B\rangle=4$ 峰值旁瓣比：8/2= 4
		类型 2	从以下四组中选择一个：{[1], [-1]}, {[1 -1], [-1 1]}, {[1 -1 1], [-1 1 -1]}, {[-1 1 -1 1], [1 -1 1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 2
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 2
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 2
1100001100101011	4	类型 1	从以下序列中选择一个：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1],[1 -1],[1 1 -1],[1 -1 1],[1 -1 -1],[1 1 1 -1],[1 1 -1 1],[1 1 -1 -1],[1 -1 1 1],[1 -1 1 -1],[1 -1 -1 1],[1 -1 -1 -1].	$\langle L,A\rangle=4$，$\langle L,B\rangle=4$ 峰值旁瓣比：8/2= 4
		类型 2	从以下四组中选择一个：{[1], [-1]}, {[1 -1], [-1 1]}, {[1 -1 1], [-1 1 -1]}, {[-1 1 -1 1], [1 -1 1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4
1010011000100111	6,8,10,12,14	类型 1	从以下序列中选择一个：[1],[-1], [1 -1],[-1 1], [1 -1 1], [-1 1 -1], [1 -1 1 -1],[-1 1 -1 1].	$\langle L,A\rangle=3$，$\langle L,B\rangle=3$ 峰值旁瓣比：8/3≈2.67
		类型 2	从以下四组中选择一个：{[1], [-1]},	本地序列 L 与四组

			{[1 -1], [-1 1]}, {[1 -1 1], [-1 1 -1]}, {[-1 1 -1 1], [1 -1 1 -1]}.	序列集中序列的互相关最大值均为 3
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}，{[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：[1],[-1],[1 -1],[-1 1],[1 -1 1],[-1 1 -1],[1 -1 1 -1],[-1 1 -1 1].	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 3

如上述表 2 所示，长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列，分别是：[1], [-1], [1 1], [1 -1], [-1 1], [-1 -1], [1 1 1], [1 -1 1], [1 -1 -1], [-1 1 1], [-1 1 -1], [-1 -1 1], [-1 -1 -1], [1 1 -1], [1 1 1 1], [1 1 1 -1], [1 -1 1 1], [-1 1 1 1], [1 1 -1 1], [1 1 -1 -1], [1 -1 1 -1], [-1 1 -1 1], [1 -1 -1 1], [1 -1 -1 -1], [-1 -1 1 1], [-1 1 -1 -1], [-1 -1 -1 1], [1 -1 -1 -1], [-1 -1 1 -1], [-1 -1 -1 -1]。下文不再赘述。

举例来说，外层序列[-1]表示前导码序列是基础序列中的元素取补（即元素 0 变为元素 1，元素 1 变为元素 0），外层序列[1]表示前导码序列是基础序列重复一次。外层序列[1 1]表示前导码序列是基础序列重复两次。外层序列[1 -1]表示前导码序列是基础序列重复一次与基础序列中的元素取补组成的序列。外层序列[-1 1 -1]表示前导码序列是基础序列中的元素取补、基础序列重复一次、基础序列中的元素取补，三者组成的序列。外层序列[-1 -1 1 -1]表示前导码序列是基础序列中的元素取补后重复两次、基础序列重复一次、以及基础序列中的元素取补，组成的序列。篇幅有限，这里不一一列举。

可以理解，前导码序列的另一种表达方式如下：假设基础序列 W_{amp} 中的元素取补后的序列表示为 $\overline{W}_{amp}$，前导码序列可以表示为 W_{amp} 和 $\overline{W}_{amp}$ 的各种组合。举例来说，当外层序列为[-1]时，前导码序列可以表示为 [$\overline{W}_{amp}$]；当外层序列为[1]时，前导码序列可以表示为[W_{amp}]；当外层序列为[-1 1 -1]时，前导码序列可以表示为[$\overline{W}_{amp}$, W_{amp}, $\overline{W}_{amp}$]；当外层序列为[-1 -1 1 -1]时，前导码序列可以表示为[$\overline{W}_{amp}$, $\overline{W}_{amp}$, W_{amp}, $\overline{W}_{amp}$]。篇幅有限，这里不一一列举。

可以理解，上述表 2 中的外层序列仅是示例，在实际应用中，基础序列组成前导码序列的方式还可以有更多，即外层序列的长度还可以更长，比如大于 4。

一种可能的实现方式中，当预定义的前导码序列有多个时（或者说外层序列有多个时），可以使用不同的前导码序列来携带控制信息。因此，上述表 2 中的类型 1 可以表示不使用前导码序列来携带控制信息，类型 2 可以表示 N 条相同长度的前导码序列（或外层序列）可以携带 $\lfloor \log 2(N) \rfloor$ 比特的控制信息，其中 $\lfloor \ \rfloor$ 表示向下取整。类型 3 可以表示 M 条不同长度的前导码序列（或外层序列）携带 $\lfloor \log 2(M) \rfloor$ 比特的控制信息，类型 4 可以表示 T 条不同的前导码序列（或外层序列）可以携带 $\lfloor \log 2(T) \rfloor$ 比特的控制信息；下文不再赘述。其中，关于控制信息的说明参见前文的描述，这里不再赘述。示例性的，N 条长度相同的前导码序列之间的汉明距离大于或等于第二值。例如：在类型 2 中，第二值等于前导码序列的长度。

举例来说，在基础序列的长度为 24 时，外层序列（或者说基础序列与前导码序列的关系）及该基础序列下的性能如下述表 3 所示。

表 3

基础序列 W_{amp}	做相关时前缀 1 的个数	类型	外层序列	性能
100010100111111010000110	0	类型 1	从以下序列中选择一个：[1].	$\langle L, A \rangle = 4$，$\langle L, B \rangle = 4$ 峰值旁瓣比：16/2 = 8
		类型 2	从以下四组中选择一个：{[1], [-1]}, {[1 -1], [-1 1]}, {[1 -1 1], [-1 1 -1]}, {[-1 1 -1 1], [1 -1 1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1 -1], [1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}, {[-1], [1 1], [-1 -1 -1], [1 1 1 1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值

				均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4
100011010100011101101100	2	类型 1	从以下序列中选择一个：[1], [-1],[1 -1],[-1 1], [1 -1 1], [-1 1 -1],[1 -1 1 -1],[-1 1 -1 1].	$\langle L,A\rangle=4$，$\langle L,B\rangle=4$ 峰值旁瓣比：12/3 = 4
		类型 2	从以下四组中选择一个：{[1], [-1]}, {[1 -1], [-1 1]}, {[1 -1 1], [-1 1 -1]}, {[-1 1 -1 1], [1 -1 1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 3
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1 -1], [1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}, {[-1], [1 1], [-1 -1 -1], [1 1 1 1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：[1], [-1],[1 -1],[-1 1], [1 -1 1], [-1 1 -1],[1 -1 1 -1],[-1 1 -1 1].	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 3
011010110001100010111010	4，6，8，12，14	类型 1	从以下序列中选择一个：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	$\langle L,A\rangle=4$，$\langle L,B\rangle=4$ 峰值旁瓣比：12/3 = 4
		类型 2	从以下四组中选择一个：{[1], [-1]}, {[1 -1], [-1 1]}, {[1 -1 1], [-1 1 -1]}, {[-1 1 -1 1], [1 -1 1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 3
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1 -1], [1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}, {[-1], [1 1], [-1 -1 -1], [1 1 1 1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 3
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 3
10010110011010100011011	10	类型 1	从以下序列中选择一个：[1], [-1],[1 -1],[-1 1], [1 -1 1], [-1 1 -1],[1 -1 1 -1],[-1 1 -1 1].	$\langle L,A\rangle=4$，$\langle L,B\rangle=4$ 峰值旁瓣比：12/3 = 4
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 -1], [-1 1]}, {[1 -1 1], [-1 1 -1]}, {[-1 1 -1 1], [1 -1 1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 3
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1 -1], [1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}, {[-1], [1 1], [-1 -1 -1], [1 1 1 1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4

举例来说，在基础序列的长度为 32 时，外层序列（或者说基础序列与前导码序列的关系）及该基础序列下的性能如下述表 4 所示。

表 4

基础序列 W_{amp}	做相关时前缀 1 的个数	类型	外层序列	性能
11101000010110010011010110001101	0	类型 1	从以下序列中选择一个：[1], [-1].	$\langle L,A\rangle=4$，$\langle L,B\rangle=4$ 峰值旁瓣比：16/3
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值分别为 3,4,4,4
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：[1], [-1],[1 1],[-1 -1], [1 1 1], [-1 -1 -1],[1 1 1 1],[-1 -1 -1 -1].	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4
01010110010100011111000111100100	2	类型 1	从以下序列中选择一个：[1],[1 1],[-1 1],[1 1 1],[1 1 1 1],[1 -1 1],[-1 1 1],[-1 -1 1],[1 1 -1 1],[1 -1 1 1],[1 -1 -1 1],[-1 1 1 1],[-1 1 -1 1],[-1 -1 1 1],[-1 -1 -1 1].	$\langle L,A\rangle=4$，$\langle L,B\rangle=4$ 峰值旁瓣比：16/4
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 5
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 5
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 5
01010101100101011000011110110001	4	类型 1	从以下序列中选择一个：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1].	$\langle L,A\rangle=4$，$\langle L,B\rangle=4$ 峰值旁瓣比：16/4
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 5
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 5
		类型 4	从以下序列中选择子集：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1], [-1], [-1 -1], [-1 -1 -1], [-1 -1	本地序列 L 与所有序列的互相关

			-1 -1].	最大值为 5
1010101101000100 1111010001110100, 或 0111000110110011 0100011101010010	6	类型 1	从以下序列中选择一个：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1], [-1], [-1 -1], [-1 -1 -1], [-1 -1 -1 -1].	$\langle L,A\rangle = 4$，$\langle L,B\rangle = 4$ 峰值旁瓣比：16/4
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 3	从以下两组中选择一个： {[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1], [-1], [-1 -1], [-1 -1 -1], [-1 -1 -1 -1].	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4
1001010110100111 0010101110110000	8	类型 1	从以下序列中选择一个：[1],[1 1],[-1 1],[1 1 1],[1 -1 1],[-1 1 1],[-1 -1 1],[1 1 -1 1],[1 -1 1 1],[1 -1 -1 1],[-1 1 1 1],[-1 1 -1 1],[-1 -1 1 1],[-1 -1 -1 1],[1 1 1 1].	$\langle L,A\rangle = 4$，$\langle L,B\rangle = 4$ 峰值旁瓣比：16/4
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 5
		类型 3	从以下两组中选择一个： {[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 5
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 5
0100111001010101 1101000111001001, 或 1000111010100011 0010001110110110, 或 0101010010111011 0000101110001011	10	类型 1	从以下序列中选择一个：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1], [-1], [-1 -1], [-1 -1 -1], [-1 -1 -1 -1].	$\langle L,A\rangle = 4$，$\langle L,B\rangle = 4$ 峰值旁瓣比：16/4
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 3	从以下两组中选择一个： {[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1], [-1], [-1 -1], [-1 -1 -1], [-1 -1 -1 -1].	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4
1010011001101000 1111101001010001	12	类型 1	从以下序列中选择一个：[1], [1 -1], [1 -1 1], [1 -1 1 -1].	$\langle L,A\rangle = 4$，$\langle L,B\rangle = 4$ 峰值旁瓣比：

				16/3
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 3	从以下两组中选择一个： {[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4
10100111001010111000100110110100	14	类型 1	从以下序列中选择一个：[1],[1 -1 1].	$\langle L,A\rangle = 4$，$\langle L,B\rangle = 4$ 峰值旁瓣比：16/3
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 3	从以下两组中选择一个： {[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4

举例来说，在基础序列的长度为 40 时，外层序列（或者说基础序列与前导码序列的关系）及该基础序列下的性能如下述表 5 所示。

表 5

基础序列 W_{amp}	做相关时前缀 1 的个数	类型	外层序列	性能
0011000110101011110100010111000101101100 或 1010001111000101101100010001110111010010 或 0011110100100001001100111101000111100010 或 0100011110100011111010100100011010011010 或 1000110010101000111111001101101000110001 或 1101010100001001110011101100101100	0	类型 1	从以下序列中选择一个：[1].	$\langle L,A\rangle = 5$，$\langle L,B\rangle = 4$ 峰值旁瓣比：20/3
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 3	从以下两组中选择一个： {[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4

001011 或 1011001010010011 00101111100010010 1000111				
00001110110011111 0010101010011000 1100101	2	类型 1	从以下序列中选择一个：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	$\langle L,A\rangle$ $=5$，$\langle L,B\rangle=4$ 峰值旁瓣比： 20/4 = 5
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 3	从以下两组中选择一个： {[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4
01101010101000111 01011011000011110 001001	4	类型 1	从以下序列中选择一个：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1].	$\langle L,A\rangle$ $=5$，$\langle L,B\rangle=4$ 峰值旁瓣比： 20/4 = 5
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 5
		类型 3	从以下两组中选择一个： {[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 5
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 5
10001110110001100 10001111100110101 010010 或 11000011101010100 11011100100101000 010111	6	类型 1	从以下序列中选择一个：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1].	$\langle L,A\rangle$ $=5$，$\langle L,B\rangle=4$ 峰值旁瓣比： 20/4 = 5
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 5
		类型 3	从以下两组中选择一个： {[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 5
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 5

10001101010101100110100101110001001111100 10 或 10011100110010010110001111101000011010 10 或 01110010101010011001101000111011000011 01	8	类型 1	从以下序列中选择一个：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1], [-1], [-1 -1], [-1 -1 -1], [-1 -1 -1 -1].	$\langle L,A\rangle = 5$，$\langle L,B\rangle = 4$ 峰值旁瓣比：20/4 = 5
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1], [-1], [-1 -1], [-1 -1 -1], [-1 -1 -1 -1].	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4
01110010101010011001101000111011000011 01 或 10001111010001100101000111100101001101 10 或 10001101010101100110100101110001001111100 10	10	类型 1	从以下序列中选择一个：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1], [-1], [-1 -1], [-1 -1 -1], [-1 -1 -1 -1].	$\langle L,A\rangle = 5$，$\langle L,B\rangle = 4$ 峰值旁瓣比：20/4 = 5
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1], [-1], [-1 -1], [-1 -1 -1], [-1 -1 -1 -1].	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4
11000101100100111100010101001001001111010 或 00111010011011000011101010110101100000101	12	类型 1	从以下序列中选择一个：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	$\langle L,A\rangle = 5$，$\langle L,B\rangle = 4$ 峰值旁瓣比：20/4 = 5
		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 3	从以下两组中选择一个：{[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：长度为 1 到 4 的由元素 1 和元素-1 组成的所有 30 个序列.	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4
10101010011010011000001111111000100 10010011	14	类型 1	从以下序列中选择一个：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1], [-1], [-1 -1], [-1 -1 -1], [-1 -1 -1 -1].	$\langle L,A\rangle = 5$，$\langle L,B\rangle = 4$ 峰值旁瓣比：20/4 = 5

		类型 2	从以下四组中选个：{[1], [-1]}, {[1 1], [-1 -1]}, {[1 1 1], [-1 -1 -1]}, {[1 1 1 1], [-1 -1 -1 -1]}.	本地序列 L 与四组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 3	从以下两组中选择一个： {[1], [-1,-1], [1,1,1], [-1,-1,-1,-1]}, {[-1], [1,1], [-1,-1,-1], [1,1,1,1]}.	本地序列 L 与两组序列集中序列的互相关最大值均为 4
		类型 4	从以下序列中选择子集：[1], [1 1], [1 1 1], [1 1 1 1], [-1], [-1 -1], [-1 -1 -1], [-1 -1 -1 -1].	本地序列 L 与所有序列的互相关最大值为 4

一种可能的实现方式中，除上述表 1 所示的长度为 16,32,48,64 的基础序列构造方法外，本申请实施例还提供长度为 42,44,46,48,50,52,54,56,58,60,62,64 的基础序列构造方法。如下述表 6 所示。表 6 示出了不同长度的基础序列构造方法以及由这些基础序列构成的本地序列 L 与 WUR-Sync 字段所使用的序列在没有前缀的情况下的互相关性能。其中，A 和 B 分别表示 WUR LDR 和 WUR HDR 的 WUR-Sync 字段所使用的序列。$\langle L, A\rangle$表示本地序列 L 和序列 A 的互相关最大值，$\langle L, B\rangle$表示本地序列 L 和序列 B 的互相关最大值。$\max(x_1, x_2)$表示 x_1 和 x_2 的最大值。

表 6

基础序列的长度	基础序列 W_{amp}	已知序列	构造方法	性能
42	100100110001111101 010010101111100001 100100	令 s 为长度为 41 的 Legendre 序列	添加一个 0 元素， W_{amp} = [s(1:8), 0, s(9:41)]	$\max(\langle L,A\rangle,\langle L,B\rangle)=7$ 峰值旁瓣比：21/4
44	101101011000100010 111010001111000111 00101001	令 s 为长度为 43 的 Legendre 序列	添加一个 0 元素，令 s[17]=1,s[31]=0， W_{amp} = [s(1:30), 0, s(31:43)]	$\max(\langle L,A\rangle, \langle L,B\rangle)=8$ 峰值旁瓣比：22/5
46	101101010011000100 010111010001111001 1100101001	令 s 为长度为 43 的 Legendre 序列	添加 001，令 s[17]=1,s[31]=0， W_{amp} = [s(1:8),0, 0, 1,s(9:43)]	$\max(\langle L,A\rangle,\langle L,B\rangle)=7$ 峰值旁瓣比：23/5
48	101101001010110001 000101110100011110 011100101001	令 s 为长度为 43 的 Legendre 序列	添加 01010，令 s[17]=1,s[31]=0， W_{amp} = [s(1:7),0, 1, 0, 1, 0, s(8:43)]	$\max(\langle L,A\rangle, \langle L,B\rangle)=7$ 峰值旁瓣比：24/5
50	001101001000101000 1111110011001111110 0010010010110	令 s 为长度为 53 的 Legendre 序列	删除 3 个元素，令 s[1]=0， W_{amp} = [s(1:40),s(44:53)]	$\max(\langle L,A\rangle, \langle L,B\rangle)=8$ 峰值旁瓣比：25/6
52	101101001000101000 1111100110011111100 10010010010110	令 s 为长度为 53 的 Legendre 序列	删除 1 个元素， W_{amp} = [s(1:23),s(25:53)]	$\max(\langle L,A\rangle, \langle L,B\rangle)=8$ 峰值旁瓣比：26/6
54	101101001000101000 1111101001100111111 100010100010010110	令 s 为长度为 53 的 Legendre 序列	添加 1 个 0 元素， W_{amp} = [s(1:23),0,s(24:53)]	$\max(\langle L,A\rangle, \langle L,B\rangle)=8$ 峰值旁瓣比：27/5

56	101101001000101000 111111001100111110 101000101000100101 10	令 s 为长度为 53 的 Legendre 序列	添加 010， W_{amp} = [s(1:35),0,1,0,s(36:53)]	Max($\langle L,A\rangle$, $\langle L,B\rangle$) = 9 峰值旁瓣比：28/6
58	101101001001010001 010001111110011001 111110001010001001 0110	令 s 为长度为 53 的 Legendre 序列	添加 01010， W_{amp} = [s(1:10),0,1,0,1,0,s(11:53)]	Max($\langle L,A\rangle$, $\langle L,B\rangle$) = 8 峰值旁瓣比：29/6
60	101101001000101000 111101010101100110 011111100010100010 010110	令 s 为长度为 53 的 Legendre 序列	添加 0101010， W_{amp} = [s(1:10),0,1,0,1,0,1,0,s(11:53)]	Max($\langle L,A\rangle$, $\langle L,B\rangle$) = 8 峰值旁瓣比：30/6
62	101000111100100101 010011010000100010 110111011010111000 11001110	令 s 为长度为 63 的 m 序列，本原多项式为 $x^6+x^5+x^4+x+1$，初始状态为 [1 0 0 0 0 0]	删除 1 个元素，令 s[3]=1, s[43]=0, W_{amp} = [s(1:62)]	Max($\langle L,A\rangle$, $\langle L,B\rangle$) = 8 峰值旁瓣比：31/6
64	101000101011011000 100001100010110110 011110111001001010 0100111101	令 s 为长度为 63 的 m 序列，本原多项式为 $x^6+x^5+x^4+x+1$，初始状态为 [1 0 0 0 0 0]	添加 1 个 0 元素，令 s[4]=1,s[43]=0, W_{amp} = [s(1:47),0,s(48S:63)]	Max($\langle L,A\rangle$, $\langle L,B\rangle$) = 8 峰值旁瓣比：32/7

可以理解，上述表 1 到表 6 中的基础序列仅是示例，本领域技术人员可以理解，标准可以采用上述表 1 到表 6 中的任意一个基础序列的合理替换。比如将上述表 1 到表 6 中的一个或多个基础序列的元素 0 变为元素 1，元素 1 变为元素 0，其性能不变。

可以理解，在实际应用中（或者说标准协议中），可能不存在外层序列，而是通过描述基础序列与前导码序列的关系来表示前导码序列。因此，本申请实施例中由基础序列和外层序列得到前导码序列的过程也可以通过描述基础序列与前导码序列的关系来表示前导码序列，比如：前导码序列是基础序列重复 K 次，或者前导码序列是基础序列的元素取补，或者前导码序列是基础序列的元素取补后重复 K 次，或者前导码序列是基础序列与基础序列的元素取补后组成的序列，K 是正整数；篇幅有限，这里不一一列举。还可以理解，在实际应用中（或者说标准协议中），可能既不存在外层序列也不存在基础序列，本申请实施例仅是为了描述方便，将前导码序列理解为由基础序列和外层序列构成，实际应用中（比如标准协议）可能仅存在前导码序列。换句话说，在实际应用中可能仅存在 AMP PPDU 的同步字段所使用的前导码序列，没有前导码序列的构造或生成或推理过程等。因此，本申请实施例中 AMP PPDU 的同步字段所使用的前导码序列可以为上述根据表 1 到表 6 中由基础序列和外层序列得到的序列中的任意一种。

考虑到标准协议中可能只有前导码序列，本申请实施例下面举例说明前导码序列的内容。

本申请实施例在选取基础序列时，有以下几方面的考虑因素：

（a）漏检概率，即当接收到的信号来自目标设备时，接收端未能正确检测到目标序列的概率。漏检概率越小越好。

（b）虚警概率，即当接收到的信号不是来自目标设备时，接收端错误判定目标序列存在的概率。虚

警概率越小越好。

（c）复杂度，序列越长，相关运算的复杂度越高。

本申请实施例中，基础序列的自相关主瓣和最大旁瓣绝对值的比值越高，由该基础序列构造的本地序列与 WUR-Sync 字段所使用的序列之间的互相关性能越好，则漏检概率和虚警概率越小。长度越长的序列越容易实现上述性能。然而，考虑到复杂度，在性能和复杂度的折中下，选择长度为 32 的基础序列（如从上述表 4 中选择基础序列）来构造前导码序列。此外，接收端检测到有信号时，就开始做相关运算，因此接收到的信号会包括 legacy preamble，在接收端，legacy preamble 会被 OOK 接收机判定为 On 符号，即 1。如果以一个符号的持续时间为 2 微秒为例，legacy preamble 的持续时间为 28 微秒，最多有 14 个 1。又考虑到接收端通过能量检测来判定有信号的过程需要一定的能量积累时间，所以选取前缀为 6 个 1 时的基础序列。综上所述，基础序列的选择可以是 10101011010001001111010001110100，或者 01110001101100110100011101010010。

本申请实施例在选择外层序列时，主要考虑同一长度的外层序列之间的汉明距离要大。当汉明距离相同时，选择由外层序列和基础序列构成的前导码序列与本地序列（例如本地序列 $L=2*W_{amp}-1$，或 $L=1-2*W_{amp}$）之间互相关的绝对值除最大值外的其它值都较小的组合。

基于上述基础序列和外层序列的选取原则，可以得到相应的前导码序列。举例来说，如下述表 7 所示，表 7 示出了基础序列是 10101011010001001111010001110100 时，前导码序列的内容。

表 7

基础序列 W_{amp}	外层序列	前导码序列
10101011010001001111010001110100	[1]	1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0
	[-1]	0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1
	[1 1]	1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0
	[-1 -1]	0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1
	[1 1 1]	1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0
	[-1 -1 -1]	0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1
	[1 1 1 1]	1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0
	[-1 -1 -1 -1]	0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1

举例来说，如下述表 8 所示，表 8 示出了基础序列是 01110001101100110100011101010010 时，前导码序列的内容。

表 8

基础序列 W_{amp}	外层序列	前导码序列
01110001101100110100011101010010	[1]	0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0
	[-1]	1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1
	[1 1]	0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0
	[-1 -1]	1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1
	[1 1 1]	0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0

		0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0
	[-1 -1 -1]	1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1
	[1 1 1 1]	0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0
	[-1 -1 -1 -1]	1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1

上述表 7 和表 8 中的前导码序列仅是示例，本领域技术人员可以理解，标准可以采用上述表 7 和/或表 8 中的任意一个前导码序列的合理替换。比如将上述表 7 和/或表 8 中的一个或多个前导码序列的元素 0 变为元素 1，元素 1 变为元素 0，其性能不变。

一种可能的实现方式中，本申请实施例预定义的多个前导码序列可以包括上述表 7 和/或上述表 8 中的一个或多个前导码序列。AMP PPDU 中同步字段所使用的前导码序列则可以是预定义的多个前导码序列中的一个，比如可以是上述表 7 或上述表 8 中的一个。

本申请实施例通过以 WUR PPDU 中 WUR-Sync 字段所使用的序列为参考来设计适用于 AMP PPDU 的 preamble 序列，不仅可以实现 AMP 设备间低复杂度、低功耗的通信需求，还可以使作为接收端的 AMP 设备能够准确区分 AMP PPDU 和 WUR PPDU，从而使 AMP 设备能够尽早发现 PPDU 的类型，降低 AMP 设备的功耗。此外，本申请实施例还通过多个不同的前导码序列来携带控制信息，从而可以信令开销。

上述内容详细阐述了本申请提供的方法，为了便于实施本申请实施例的上述方案，本申请实施例还提供了相应的装置或设备。

本申请根据上述方法实施例对通信装置进行功能模块的划分，例如，可以对应各个功能划分各个功能模块，也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是，本申请中对模块的划分是示意性的，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式。下面将结合图 8 至图 10 详细描述本申请实施例的通信装置。

参见图 8，图 8 是本申请实施例提供的通信装置的一结构示意图。如图 8 所示，该通信装置包括收发模块 801 和处理模块 802。收发模块 801 可以实现相应的通信功能，处理模块 802 用于进行数据处理。如收发模块 801 还可以称为接口、通信接口或通信模块等。

在本申请的一些实施例中，该通信装置可以是上文示出的第一通信装置。即图 8 所示的通信装置可以用于执行上文方法实施例中由第一通信装置执行的步骤或功能等。示例性的，该通信装置可以是第一通信装置或配置于第一通信装置中的芯片或功能模块等，本申请实施例对此不作限定。收发模块 801 用于执行上文方法实施例中第一通信装置的收发相关的操作，处理模块 802 用于执行上文方法实施例中第一通信装置处理相关的操作。

示例性的，处理模块 802，用于生成 PPDU，该 PPDU 中包括前导码序列；收发模块 801，用于发送该 PPDU。

可理解的，收发模块 801，可以将 PPDU 发送给其他通信装置，或者，收发模块 801，将该 PPDU 从处理模块 802 中输出给该通信装置中的其他部件或其他功能模块等。对于收发模块输出其他信息的相关说明同样类似，下文不再详述。

本申请实施例中，关于 PPDU、前导码序列等的说明可以参考上文方法实施例中的介绍，这里不再一一详述。

可理解，本申请实施例示出的收发模块和处理模块的具体说明仅为示例，对于收发模块和处理模块的具体功能或执行的步骤等，可以参考上述方法实施例，这里不再详述。此外，本申请实施例的技术效果参见前述方法实施例中的技术效果，为了简洁，在此不再赘述。

复用图 8，在本申请的另一些实施例中，该通信装置可以是上文示出的第二通信装置。即图 8 所示的通信装置可以用于执行上文方法实施例中由第二通信装置执行的步骤或功能等。示例性的，该通信装置可以是第二通信装置或配置于第二通信装置中的芯片或功能模块等，本申请实施例对此不作限定。收发模块 801 用于执行上文方法实施例中第二通信装置的收发相关的操作，处理模块 802 用于执行上文方法实施例中第二通信装置处理相关的操作。

示例性的，收发模块 801，用于接收 PPDU，该 PPDU 中包括前导码序列；处理模块 802，用于处理该 PPDU。

可理解的，收发模块 801，可以从其他通信装置接收 PPDU，或者，收发模块 801，从该通信装置中的其他部件或其他功能模块输入该 PPDU 等。对于收发模块输入其他信息的相关说明同样类似，下文不再详述。

本申请实施例中，关于 PPDU、前导码序列等的说明可以参考上文方法实施例中的介绍，这里不再一一详述。

可理解，本申请实施例示出的收发模块和处理模块的具体说明仅为示例，对于收发模块和处理模块的具体功能或执行的步骤等，可以参考上述方法实施例，这里不再详述。此外，本申请实施例的技术效果参见前述方法实施例中的技术效果，为了简洁，在此不再赘述。

以上介绍了本申请实施例的通信装置，以下介绍通信装置可能的产品形态。应理解，但凡具备上述图 8 所述的通信装置的功能的任何形态的产品，都落入本申请实施例的保护范围。还应理解，以下介绍仅为举例，不限制本申请实施例的通信装置的产品形态仅限于此。

在一种可能的实现方式中，图 8 所示的通信装置中，处理模块 802 可以是一个或多个处理器，收发模块 801 可以是收发器，或者收发模块 801 还可以是发送模块和接收模块，发送模块可以是发送器，接收模块可以是接收器，该发送模块和接收模块集成于一个器件，例如收发器。本申请实施例中，处理器和收发器可以被耦合等，对于处理器和收发器的连接方式，本申请实施例不作限定。在执行上述方法的过程中，上述方法中有关发送信息（如发送 PPDU）的过程，可以理解为由处理器输出上述信息的过程。在输出上述信息时，处理器将该上述信息输出给收发器，以便由收发器进行发射。该上述信息在由处理器输出之后，还可能需要进行其他的处理，然后才到达收发器。类似的，上述方法中有关接收信息（如接收 PPDU）的过程，可以理解为处理器接收输入的上述信息的过程。处理器接收输入的信息时，收发器接收该上述信息，并将其输入处理器。更进一步的，在收发器收到该上述信息之后，该上述信息可能需要进行其他的处理，然后才输入处理器。

参见图 9，图 9 是本申请实施例提供的通信装置的另一结构示意图。该通信装置可以为第一通信装置或第二通信装置，或其中的芯片。图 9 仅示出了通信装置的主要部件。除处理器 1001 之外，所述通信装置还可以进一步包括收发器 1002 和存储器 1003、以及输入输出装置（图未示意）。

处理器 1001 主要用于对通信协议以及通信数据进行处理，以及对整个通信装置进行控制，执行软件程序，处理软件程序的数据。存储器 1003 主要用于存储软件程序和数据。一种设计中，收发器 1002 可以称为收发单元、收发机、或收发电路等，用于实现收发功能。收发器 1002 可以包括接收器和发送器，接收器可以称为接收机或接收电路等，用于实现接收功能；发送器可以称为发送机或发送电路等，用于实现发送功能。另一种设计中，收发器 1002 可以包括控制电路和天线，控制电路主要用于基带信号与射频信号的转换以及对射频信号的处理。天线主要用于收发电磁波形式的射频信号。输入输出装置，例如触摸屏、显示屏，键盘等主要用于接收用户输入的数据以及对用户输出数据。

当通信装置开机后，处理器 1001 可以读取存储器 1003 中的软件程序，解释并执行软件程序的指令，处理软件程序的数据，对介质接入控制（medium access control，MAC）层和物理层（physical layer，PHY）进行控制，以实现本申请实施例的方法。当需要通过无线发送数据时，处理器 1001 对待发送的数据进行基带处理后，输出基带信号至射频电路，射频电路将基带信号进行射频处理后将射频信号通过天线以电磁波的形式向外发送。当有数据发送到通信装置时，射频电路通过天线接收到射频信号，将射频信号转换为基带信号，并将基带信号输出至处理器 1001，处理器 1001 将基带信号转换为数据并对该数据进行处理。

在另一种实现中，所述的射频电路和天线可以独立于进行基带处理的处理器而设置，例如在分布式场景中，射频电路和天线可以与独立于通信装置，呈拉远式的布置。

其中，处理器 1001、收发器 1002、以及存储器 1003 可以通过通信总线连接。

示例性的，当该通信装置用于执行上述方法实施例中第一通信装置执行的步骤或方法或功能时，处理

器 1001 可以用于执行图 4 中的步骤 S101，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；收发器 1002 可以用于执行图 4 中的步骤 S102，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

示例性的，当该通信装置用于执行上述方法实施例中第二通信装置执行的步骤或方法或功能时，处理器 1001 可以用于执行图 4 中的步骤 S103，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；收发器 1002 可以用于接收 PPDU，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

在上述任一种设计中，处理器 1001 中可以包括用于实现接收和发送功能的收发器。例如该收发器可以是收发电路，或者是接口，或者是接口电路。用于实现接收和发送功能的收发电路、接口或接口电路可以是分开的，也可以集成在一起。上述收发电路、接口或接口电路可以用于代码/数据的读写，或者，上述收发电路、接口或接口电路可以用于信号的传输或传递。

在上述任一种设计中，处理器 1001 可以存有指令，该指令可为计算机程序，计算机程序在处理器 1001 上运行，可使得通信装置执行上述方法实施例中描述的方法。计算机程序可能固化在处理器 1001 中，该种情况下，处理器 1001 可能由硬件实现。

在一种实现方式中，通信装置可以包括电路，所述电路可以实现前述方法实施例中发送或接收或者通信的功能。本申请中描述的处理器和收发器可实现在集成电路（integrated circuit，IC）、模拟 IC、无线射频集成电路（radio frequency integrated circuit，RFIC）、混合信号 IC、专用集成电路（application specific integrated circuit，ASIC）、印刷电路板（printed circuit board，PCB）、电子设备等上。该处理器和收发器也可以用各种 IC 工艺技术来制造，例如互补金属氧化物半导体（complementary metal oxide semiconductor，CMOS）、N 型金属氧化物半导体（nMetal-oxide-semiconductor，NMOS）、P 沟道金属氧化物半导体（positive channel metal oxide semiconductor，PMOS）、双极结型晶体管（bipolar junction transistor，BJT）、双极 CMOS（BiCMOS）、硅锗（SiGe）、砷化镓（GaAs）等。

可理解，本申请实施例示出的通信装置还可以具有比图 9 更多的元器件等，本申请实施例对此不作限定。以上所示的处理器和收发器所执行的方法仅为示例，对于该处理器和收发器具体所执行的步骤可参考上文方法实施例的介绍。

在另一种可能的实现方式中，图 8 所示的通信装置中，处理模块 802 可以是一个或多个逻辑电路，收发模块 801 可以是输入输出接口，又或者称为通信接口，或者接口电路，或接口等等。或者收发模块 801 还可以是发送模块和接收模块，发送模块可以是输出接口，接收模块可以是输入接口，该发送模块和接收模块集成于一个模块，例如输入输出接口。参见图 10，图 10 是本申请实施例提供的通信装置的又一结构示意图。如图 10 所示，图 10 所示的通信装置包括逻辑电路 901 和接口 902。即上述处理模块 802 可以用逻辑电路 901 实现，收发模块 801 可以用接口 902 实现。其中，该逻辑电路 901 可以为芯片、处理电路、集成电路或片上系统（system on chip，SoC）芯片等，接口 902 可以为通信接口、输入输出接口、管脚等。示例性的，图 10 是以上述通信装置为芯片为例示出的，该芯片包括逻辑电路 901 和接口 902。

本申请实施例中，逻辑电路和接口还可以相互耦合。对于逻辑电路和接口的具体连接方式，本申请实施例不作限定。

示例性的，当通信装置用于执行前述方法实施例中第一通信装置执行的方法或功能或步骤时，逻辑电路 901，用于生成 PPDU，该 PPDU 中包括前导码序列；接口 902，用于输出该 PPDU。

示例性的，当通信装置用于执行前述方法实施例中第二通信装置执行的方法或功能或步骤时，接口 902，用于输入 PPDU，该 PPDU 中包括前导码序列；逻辑电路 901，用于处理该 PPDU。

本申请实施例中，关于 PPDU、前导码序列等的具体说明可以参考前述方法实施例，这里不再一一详述。

可理解，本申请实施例示出的通信装置可以采用硬件的形式实现本申请实施例提供的方法，也可以采用软件的形式实现本申请实施例提供的方法等，本申请实施例对此不作限定。

对于图 10 所示的实施例的具体实现方式，还可以参考上述各个实施例，这里不再详述。

本申请实施例还提供了一种通信系统，该通信系统包括第一通信装置和第二通信装置，该第一通信装置和该第二通信装置可以用于执行前述方法实施例中的方法。

此外，本申请还提供一种计算机程序，该计算机程序用于实现本申请提供的方法中由第一通信装置执行的操作和/或处理。

本申请还提供一种计算机程序，该计算机程序用于实现本申请提供的方法中由第二通信装置执行的操作和/或处理。

本申请还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有计算机代码，当计算机代码在计算机上运行时，使得计算机执行本申请提供的方法中由第一通信装置执行的操作和/或处理。

本申请还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有计算机代码，当计算机代码在计算机上运行时，使得计算机执行本申请提供的方法中由第二通信装置执行的操作和/或处理。

本申请还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机代码或计算机程序，当该计算机代码或计算机程序在计算机上运行时，使得本申请提供的方法中由第一通信装置执行的操作和/或处理被执行。

本申请还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机代码或计算机程序，当该计算机代码或计算机程序在计算机上运行时，使得本申请提供的方法中由第二通信装置执行的操作和/或处理被执行。

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。另外，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，也可以是电的，机械的或其它的形式连接。

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申请实施例提供的方案的技术效果。

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，也可以是两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元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时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分，或者该技术方案的全部或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可读存储介质中，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。而前述的可读存储介质包括：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. 一种基于物理层协议数据单元 PPDU 的通信方法，其特征在于，包括：

生成物理层协议数据单元 PPDU，所述 PPDU 中包括前导码序列，所述前导码序列如实施例表 2 到表 8 所述的任一前导码序列；

发送所述 PPDU。

2. 一种基于物理层协议数据单元 PPDU 的通信方法，其特征在于，包括：

接收物理层协议数据单元 PPDU，所述 PPDU 中包括前导码序列，所述前导码序列如实施例表 2 到表 8 所述的任一前导码序列；

处理所述 PPDU。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述前导码序列中元素 0 和元素 1 的数量相等且连续 0 的个数小于或等于第一值。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法，其特征在于，所述前导码序列的传输带宽小于或等于 20MHz。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法，其特征在于，所述前导码序列是预定义的多个序列中的一个，所述多个序列中的每个序列用于表示控制信息；

其中，所述控制信息包括以下一项或多项：所述 PPDU 的有效载荷 payload 速率，所述 PPDU 的信令 SIG 字段速率，所述 PPDU 的上行或下行标记，所述 PPDU 的版本号，所述 PPDU 的传输机会 TXOP 时长，或所述 PPDU 的调制方式。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述多个序列中包括长度相同的 N 个序列，所述 N 个序列之间的汉明距离大于或等于第二值，N 为大于或等于 2 的整数。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的方法，其特征在于，所述多个序列中包括长度不同的序列。

8. 根据权利要求 5 至 7 中任一项所述的方法，其特征在于，所述多个序列基于同一个基础序列确定。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述基础序列中元素 0 和元素 1 的数量相等且连续 0 的个数小于或等于所述第一值。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的方法，其特征在于，所述多个序列包括以下一项或多项：所述基础序列，所述基础序列的元素取补，所述基础序列重复 K 次，所述基础序列的元素取补后重复 K 次，所述基础序列与所述基础序列的元素取补后组成的序列，所述基础序列与所述基础序列的元素取补后组成的序列再重复 K 次，所述基础序列重复 K 次与所述基础序列的元素取补后组成的序列，所述基础序列与所述基础序列的元素取补后再重复 K 次组成的序列，或，所述基础序列重复 K 次与所述基础序列的元素取补后再重复 K 次组成的序列；K 是正整数；

所述元素取补表示元素 0 变为元素 1，元素 1 变为元素 0。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法，其特征在于，所述前导码序列的长度为以下任一项：16，32，48 或 64。

12. 一种通信装置，其特征在于，包括：

一个或多个处理器，所述一个或多个处理器与一个或多个存储器耦合；

其中，所述一个或多个存储器用于存储计算机程序，所述一个或多个处理器用于执行存储于所述一个或多个存储器中的计算机程序，以使得所述通信装置执行如权利要求 1 至 11 中任一项所述的方法。

13. 一种可读存储介质，其特征在于，所述可读存储介质用于存储计算机程序，当所述计算机程序被处理器执行时，使得包括所述处理器的通信装置执行如权利要求 1 至 11 中任一项所述的方法。

14. 一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品被执行时，如权利要求 1 至 11 中任一项所述的方法被执行。