

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023 年 3 月 2 日 (02.03.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/025111 A1

(51) 国际专利分类号:

G01S 5/04 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2022/114053

(22) 国际申请日:

2022 年 8 月 22 日 (22.08.2022)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

202110987224.6 2021年8月26日 (26.08.2021) CN

202111194381.8 2021年10月13日 (13.10.2021) CN

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 段瑞洋 (DUAN, Ruiyang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 李雪茹 (LI, Xueru); 中国广东省

深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 王碧钊 (WANG, Bichai); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京同达信恒知识产权代理有限公司 (TDIP & PARTNERS); 中国北京市西城区裕民路 18 号北环中心 A 座 2002, Beijing 100029 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: RANGING METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 一种测距方法及装置

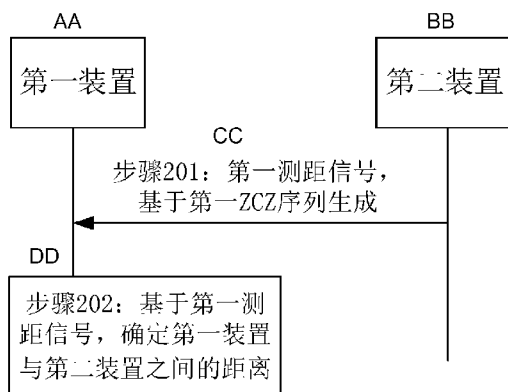


图 2

AA First apparatus
BB Second apparatus
CC Step 201, generate a first ranging signal on the basis of a first ZCZ sequence
DD Step 202, determine the distance between the first apparatus and the second apparatus on the basis of the first ranging signal

(57) Abstract: A ranging method and apparatus, which are used for realizing accurate ranging. The method comprises: firstly, a first apparatus receiving a first ranging response signal from a second apparatus, wherein the first ranging response signal is generated on the basis of a first zero correlation zone (ZCZ) sequence, and the first ZCZ sequence is a sequence among a plurality of pre-configured ZCZ sequences; and then, the first apparatus determining the distance between the first apparatus and the second apparatus on the basis of the first ranging response signal. A ranging response signal is generated by means of a ZCZ sequence, such that accurate ranging can be realized.

(57) 摘要: 一种测距方法及装置, 用以实现准确测距。首先, 第一装置接收来自第二装置的第一测距响应信号, 第一测距响应信号基于第一零相关区 ZCZ 序列生成, 第一 ZCZ 序列属于预配置的多个 ZCZ 序列中的序列。然后, 第一装置基于第一测距响应信号, 确定第一装置和第二装置之间的距离。通过 ZCZ 序列来生成测距响应信号, 可以实现准确测距。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种测距方法及装置

相关申请的交叉引用

本申请要求在 2021 年 8 月 26 日提交中华人民共和国知识产权局、申请号为 202110987224.6、发明名称为“一种 SPS 调度方法”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；本申请要求在 2021 年 10 月 13 日提交中国专利局、申请号为 202111194381.8、申请名称为“一种测距方法及装置”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

本申请实施例涉及测距等领域，尤其涉及一种测距方法及装置。

背景技术

随着科技的发展，测距及定位技术的应用也越来越广泛。其中，传统的全球定位系统(global positioning system, GPS)需要接收卫星信号，但室内定位应用却无法接收到卫星信号，因此 GPS 无法实现室内定位。此外，GPS 的定位精度一般在米级范围内，无法满足高精度定位的需求。无线局域网(wireless fidelity, WiFi)、蓝牙(bluetooth, BT)等通信系统可以实现室内测距及定位，但精度较低，通常在 1~10 米的范围内。

基于此，如何实现准确测距是需要解决的技术问题。

发明内容

本申请实施例提供一种测距方法及装置，用以实现准确测距。

第一方面，提供了一种测距方法，首先，第一装置接收来自第二装置的第一测距响应信号，所述第一测距响应信号基于第一零相关区(zero correlation zone, ZCZ)序列生成，所述第一 ZCZ 序列属于预配置的多个 ZCZ 序列中的序列。然后，所述第一装置基于所述第一测距响应信号，确定所述第一装置和所述第二装置之间的距离。

本申请通过 ZCZ 序列来生成测距响应信号，可以实现准确测距。

第二方面，提供了一种测距方法，首先，第二装置基于第一 ZCZ 序列生成第一测距响应信号，所述第一 ZCZ 序列属于预配置的多个 ZCZ 序列中的序列。然后，第二装置向第一装置发送第一测距响应信号。

以下可能的实现可以适用于第一方面，也可以适用于第二方面。

在一种可能的实现中，所述多个 ZCZ 序列均为二元序列。

在一种可能的实现中，所述多个 ZCZ 序列在 ZCZ 区间内具有完美的周期自相关性质和完美的周期互相关性质。完美的周期自相关性质和完美的周期互相关性质，可以避免序列之间的相互干扰，提高测距的准确性。

在一种可能的实现中，在所述多个 ZCZ 序列中：长度为 32 的 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度为 5 或 9 或 17；或者，长度为 128 的 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度为 9 或 17 或 33；或者，长度为 256 的 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度为 17 或 33 或 65。不同的 ZCZ 区间可以满足不同的测距需求，使得测距更加灵活。

在一种可能的实现中，所述多个 ZCZ 序列包括以下一项或多项：8 条长度为 32、ZCZ 区间长度为 5 的 ZCZ 序列；4 条长度为 32、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列；2 条长度为 32、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列；16 条长度为 128、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列；8 条长度为 128、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列；4 条长度为 128、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列；16 条长度为 256、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列；8 条长度为 256、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列；4 条长度为 256、ZCZ 区间长度为 65 的 ZCZ 序列。针对同一 ZCZ 区间长度，均有多条 ZCZ 序列，这样可以实现一对多的测距需求，使得测距更加灵活。

在一种可能的实现中，长度为 32、ZCZ 区间长度为 5 的 ZCZ 序列包括以下至少一个：

-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 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 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。

在一种可能的实现中，长度为 32、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 5 中的至少一个序列。

在一种可能的实现中，长度为 32、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 6 中的至少一个序列。

在一种可能的实现中，长度为 128、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 4 中的至少一个序列。

在一种可能的实现中，长度为 128、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 7 中的至少一个序列。

在一种可能的实现中，长度为 128、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 8 中的至少一个序列。

在一种可能的实现中，长度为 256、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 9 中的至少一个序列。

在一种可能的实现中，长度为 256、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 10 中的至少一个序列。

在一种可能的实现中，长度为 256、ZCZ 区间长度为 65 的 ZCZ 序列包括说明书具体

实施方式中的表 11 中的至少一个序列。

在一种可能的实现中，所述第一测距响应信号基于第一 ZCZ 序列生成包括：将长度为 32 的第一 ZCZ 序列中的每个码元后补充 15 个 0，得到第一测距响应信号；将长度为 128 的第一 ZCZ 序列中的每个码元后补充 3 个 0，得到第一测距响应信号；将长度为 32 的第一 ZCZ 序列中的每个码元后补充 3 个 0，得到第一测距响应信号。

在一种可能的实现中，在存在多个所述第二装置的情况下，不同的第二装置发送的第一 ZCZ 序列不同，多个的第二装置对应的多个所述第一 ZCZ 序列的参数信息相同，所述参数信息包括以下至少一项：ZCZ 区间长度、可支持最大测距时延差、可支持最大测距范围。

多条第一 ZCZ 序列的参数相同，可以提高测距准确性。另外，参数信息还可以包括：序列长度和/或码片长度。

在一种可能的实现中，第一装置还可以向第二装置发送第一消息，所述第一消息用于确定所述第二装置是否支持第一 ZCZ 序，然后，第一装置接收来自所述第二装置的第二消息，所述第二消息用于指示所述第二装置支持第一 ZCZ 序列、或不支持第一 ZCZ 序列。

第一装置与第二装置中预配置的多个 ZCZ 序列可以完全相同，也可以部分相同、部分不同。第一装置与第二装置相互确定，各自支持（即预配置）哪些序列，以便采取双方都支持的序列进行测距。

第三方面，提供了一种测距装置，所述装置具有实现上述第一方面及第一方面任一可能的实现中的功能，或实现上述第二方面及第二方面任一可能的实现中的功能。这些功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。所述硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的功能模块。

第四方面，提供了一种测距装置，包括处理器，可选的，还包括存储器；所述处理器和所述存储器耦合；所述存储器，用于存储计算机程序或指令；所述处理器，用于执行所述存储器中的部分或者全部计算机程序或指令，当所述部分或者全部计算机程序或指令被执行时，用于实现上述第一方面及第一方面任一可能的实现的方法中第一装置的功能，或实现上述第二方面及第二方面任一可能的实现中第二装置的功能。

在一种可能的实现中，所述装置还可以包括收发器，所述收发器，用于发送所述处理器处理后的信号，或者接收输入给所述处理器的信号。所述收发器可以执行第一方面及第一方面任一可能的实现中第一装置执行的发送动作或接收动作；或者，执行第二方面及第二方面任一可能的实现中第二装置执行的发送动作或接收动作。

第五方面，本申请提供了一种芯片系统，该芯片系统包括一个或多个处理器（也可以称为处理电路），所述处理器与存储器（也可以称为存储介质）之间电耦合；所述存储器可以位于所述芯片系统中，也可以不位于所述芯片系统中；所述存储器，用于存储计算机程序或指令；所述处理器，用于执行所述存储器中的部分或者全部计算机程序或指令，当所述部分或者全部计算机程序或指令被执行时，用于实现上述第一方面及第一方面任一可能的实现的方法中第一装置的功能，或实现上述第二方面及第二方面任一可能的实现中第二装置的功能。

在一种可能的实现中,所述芯片系统还可以包括输入输出接口(也可以称为测距接口),所述输入输出接口,用于输出所述处理器处理后的信号,或者接收输入给所述处理器的信号。所述输入输出接口可以执行第一方面及第一方面任一可能的实现中第一装置执行的发送动作或接收动作;或者,执行第二方面及第二方面任一可能的实现中第二装置执行的发送动作或接收动作。具体的,输出接口执行发送动作,输入接口执行接收动作。

在一种可能的实现中,该芯片系统,可以由芯片构成,也可以包括芯片和其他分立器件。

第六方面,提供了一种计算机可读存储介质,用于存储计算机程序,所述计算机程序包括用于实现第一方面及第一方面任一可能的实现中的功能的指令,或用于实现第二方面及第二方面任一可能的实现中的功能的指令。

或者,一种计算机可读存储介质,用于存储计算机程序,所述计算机程序被计算机执行时,可以使得所述计算机执行上述第一方面及第一方面任一可能的实现的方法中第一装置执行的方法,或执行上述第二方面及第二方面任一可能的实现中第二装置执行的方法。

第七方面,提供了一种计算机程序产品,所述计算机程序产品包括:计算机程序代码,当所述计算机程序代码在计算机上运行时,使得计算机执行上述第一方面及第一方面任一可能的实现中由第一装置执行的方法,或执行上述第二方面及第二方面任一可能的实现中由第二装置执行的方法。

第八方面,提供了一种测距系统,所述测距系统包括执行上述第一方面及第一方面任一可能的实现的方法中的第一装置和执行上述第二方面及第二方面任一可能的实现的方法中的第二装置。

上述第三方面至第八方面的技术效果可以参照第一方面至第二方面中的描述,重复之处不再赘述。

附图说明

图1为本申请实施例中提供的一种测距场景示意图;

图2为本申请实施例中提供的一种测距方法流程图;

图3a、图3b、图3c、图3d、图3e、图3f分别为本申请实施例中提供的一种仿真示意图;

图4为本申请实施例中提供的一种测距方法流程图;

图5为本申请实施例中提供的一种测距装置结构图;

图6为本申请实施例中提供的一种测距装置结构图。

具体实施方式

为便于理解本申请实施例的技术方案,下面将对本申请实施例提供的方法的系统架构进行简要说明。可理解的,本申请实施例描述的系统架构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。

为便于理解本申请实施例，接下来对本请的应用场景进行介绍，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。

在智能车钥匙定位、智能家居定位等一对多、高精度短程等测距场景中，通常使用超宽带 (ultra-wideband, UWB) 信号进行测距。超宽带信号通常是指相绝对带宽大于 500 MHz 的信号。超宽带信号直接采用脉冲调制，具有极强的抗多径干扰能力和超高的时间分辨率，在高精度短程测距方面具有独特优势。

目前，UWB 测距的主要技术标准是 IEEE 802.15.4 及修正版 IEEE 802.15.4z。根据这些标准，UWB 测距主要通过物理层协议数据单元 (physical layer protocol data unit, PPDU) 中同步头 (synchronization header, SHR) 内的前导码 (preamble code) 实现。IEEE 802.15.4 及 IEEE 802.15.4z 标准规定，测距装置需要支持长度分别为 31, 91 和 127 的前导码 (前导码也可以称为序列)，这些前导码中的码元 (码元也可以称为元素) 的取值为 -1, 0 或 1。当前导码的元素为 1 时，发送正向脉冲，当元素为 -1 时，发送反向脉冲，当元素为 0 时，不发送脉冲。在进行测距时，为了对抗多用户干扰和多径干扰，可以在前导码的每个码元后面补充 0。这些前导码经过填 0 扩展之后会形成不同的前导码符号 (preamble symbol)，并对应不同的脉冲重复频率 (pulse repetition frequency, PRF)。以长度为 31 的前导码为例，在使用该前导码进行测距时，在前导码的每个码元后面补充 15 个 0。整个前导码符号包括 $31 \times 16 = 496$ 个码元，每个码元对应一个约 2ns 的脉宽，因此整个前导码符号的周期约为 993.59ns。

如表 1 所示，介绍了目前标准中规定的不同的前导码长度对应的参数。

前导码 长度	峰值 PRF (MHz)	均值 PRF (MHz)	码片长度	符号内码 元数	符号周期 (ns)
31	31.20	16.10	16	496	993.59
91	124.8	111.09	4	364	729.17
127	124.80	62.89	4	508	1017.63

如图 1 所示，提供了一对多测距示意图，在测距过程中，待测距装置 (即响应对象 Responder) 向测距装置 (即发起对象 Initiator) 发射含有前导码的测距响应信号。Initiator 接收到测距响应信号之后解码出其中的前导码，并与本地存储的前导码 (本地存储的前导码可以用于计时，前导码中的每个元素对应一个约 2ns 的脉宽) 做周期自相关，通过检测最大自相关峰出现的位置，来估算来自 Responder 的测距响应信号的到达时间 (time of arrival, TOA) Δt ，并通过 $L = c * \Delta t$ 来计算 Responder 与 Initiator 之间的距离，其中 c 为光速， $c = 3 \times 10^8$ 。

为了精确找出最大自相关峰，同时减小不同 Responder 测距响应信号带来的干扰，该种测距方式要求前导码有较好的周期自相关性质，且不同的前导码之间有较好的周期互相关性质。

对于前导码 $\mathbf{a} = [a_1, a_2, \dots, a_N]$, 其周期自相关定义为:

$$\phi_{aa}(\tau) = \sum_{n=1}^N a_n a_{n+\tau}, \tau = 0, 1, 2, \dots, N-1.$$

对于前导码 $\mathbf{a} = [a_1, a_2, \dots, a_N]$ 和 $\mathbf{b} = [b_1, b_2, \dots, b_N]$, 其周期互相关定义为:

$$\phi_{ab}(\tau) = \sum_{n=1}^N a_n b_{n+\tau}, \tau = 0, 1, 2, \dots, N-1.$$

在计算周期自相关值或周期互相关值时, 针对每个 τ 的取值, 均计算一次, 则自相关和互相关分别有 N 个取值。 τ 指元素的偏移量, 例如, $\mathbf{a} = [1, 0, -1]$;

若 $\tau = 0$, 则 $\phi_{aa}(\tau) = 1*1+0*0+(-1)*(-1)=2$;

若 $\tau = 1$, 则 $\phi_{aa}(\tau) = 1*0+0*(-1)+(-1)*1=-1$;

若 $\tau = 2$, 则 $\phi_{aa}(\tau) = 1*(-1)+0*1+(-1)*0=-1$;

若 $\tau = 3$ (等同于 $\tau = 0$), 则 $\phi_{aa}(\tau) = 1*1+0*0+(-1)*(-1)$ 。可以看出: 在无偏移 (即 $\tau = 0$) 时, 自相关值最大。

对于 UWB 测距前导码, 期待其有完美的周期自相关性质, 完美的周期自相关性质即要求除了 $\tau = 0$ 外, 其余 τ 处自相关峰均为 0, 即:

$$\phi_{aa}(\tau) = \begin{cases} \sum_{n=1}^N a_n^2 & \tau = 0 \\ 0 & \tau = 1, 2, \dots, N-1 \end{cases}$$

同时, 期待不同的前导码之间具有完美的周期互相关性质, 即所有 τ 处互相关值均为 0, 即:

$$\phi_{ab}(\tau) = 0, \tau = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

示例的, 在 1 对 2 的测距场景中, 分配给 Responder1 的前导码为前导码 1, 分配给 Responder2 的前导码为前导码 2, 将测距装置 (即 Initiator) 本地存储的前导码称为前导码 a1 和 a2, 将待测距装置 (即 Responder) 发送给测距装置 (即 Initiator) 的前导码称为 b1 和 b2。前导码 1 和 2 不同, 前导码 a1 和 b1 相同, 前导码 a2 和 b2 相同。

对于测距装置来说, 不清楚当前接收到的前导码是前导码 b1 还是前导码 b2。测距装置可以将接收到的前导码与基于本地存储的前导码 a1 生成的当前前导码做相关。在前导码满足完美的自相关性质的前提下, 如果一个周期内, 没有出现最大相关峰, 则说明接收到的前导码不是与前导码 a1 对应的前导码 b1, 则接收到的前导码是与前导码 a2 对应的前导码 b2; 当接收到的前导码与基于本地存储的前导码 a1 生成的当前前导码做相关, 如果一个周期内, 出现最大相关峰, 则说明接收到的前导码是与前导码 a1 对应的前导码 b1。

测距装置 (即 Initiator) 采用前导码进行计时。例如, 在较大的时间维度上, 在第 3 个周期内接收到测距响应信号。可选的, 测距装置 (即 Initiator) 并不对一个周期内的多个元素进行标记, 所以并不知道是在第几个元素上接收到的测距响应信号, 可以利用自相关性质确定在第几个元素上接收到的测距响应信号。

例如, 接收到的前导码为 $[-1, -1, 1, 0, 1]$, 向右偏移 1 位 (等同于向左偏移 4 位) 为: $-1, 1, 0, 1, -1$, 向右偏移 2 位 (等同于向左偏移 3 位) 为: $1, 0, 1, -1, -1$, 向右偏移 3 位 (等同于向左偏移 2 位) 为: $0, 1, -1, -1, 1$, 向右偏移 4 位 (等同于向左偏移 1 位) 为: $1, -1, -1, 1, 0$ 。

在接收到测距响应信号时, 基于本地存储的前导码生成的当前前导码为 $1, 0, 1, -1, -1$ 。则在自相关时, 可以看出: 接收到的前导码向右偏移 2 位 (等同于向左偏移 3 位) 时, 出现最大自相关峰。则可以说明偏移量为 3, 即第 3 个元素接收到测距响应信号。一种可

选的情况，当确定在生成第 3 个元素接收到测距响应信号时，可以测得到达时间 Δt 为 13 个 2ns，即 26ns。再基于光速，即可测得 Responder 与 Initiator 之间的距离。可以理解的是，以上示例是前导码测距的基本原理，在实际使用中可以根据实际情况进行测距过程的调整，本申请对此不进行限定。

在现有标准 IEEE 802.15.4 及 IEEE 802.15.4z 中，使用的前导码为 Ipatov 序列。现有标准中 Ipatov 序列的数量比较少，且不同序列之间的周期互相关性质较差，因此，序列测距容量小，无法支持多个 Responder 同步测距。如表 2 所示，以长度为 31 的 Ipatov 序列为例，列出了归一化后的 8 条序列两两之间的周期互相关峰值。其中，归一化可以理解为序列的最大互相关值除以序列的最大自相关值，这些长度为 31 的序列的最大自相关值均为 16。

表 2：8 条长度为 31 的 Ipatov 序列的周期互相关峰值（归一化后结果）。

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0.25	0.25	0.375	0.6875	0.375	0.375	0.25
2	0.25	1	0.375	0.375	0.375	0.6875	0.25	0.375
3	0.25	0.375	1	0.25	0.375	0.375	0.25	0.25
4	0.375	0.375	0.25	1	0.25	0.25	0.25	0.375
5	0.6875	0.375	0.375	0.25	1	0.25	0.375	0.375
6	0.375	0.6875	0.375	0.25	0.25	1	0.375	0.25
7	0.375	0.25	0.25	0.25	0.375	0.375	1	0.375
8	0.25	0.375	0.25	0.375	0.375	0.25	0.375	1

可见，不同序列的互相关峰值都在 0.25 以上，序列 1 和序列 5 的互相关峰值更是达到了 0.6875。因此如果同时使用多条 Ipatov 序列测距，可能会在搜索自相关峰时产生假峰，从而导致到达时间 TOA 计算不准，产生较大的测距误差。为了解决这一问题，当前标准规定只有周期互相关较好的序列对（如序列 1 和 2，序列 3 和 4，序列 5 和 6，序列 7 和 8）可以在同一信道内使用，其他序列在不同信道内使用。因此当前标准中 Ipatov 序列最多只能支持同信道内两个 Responder 同步测距，远远无法满足许多应用场景（如智能车钥匙定位、智能家居定位）中一对多的测距需求。

基于此，本申请提出了新的测距序列。这些序列在整个周期内可能不具有完美自相关性质，但是具有零相关区（zero correlation zone, ZCZ）性质，即在零相关区间（即 ZCZ 区间）内，这些序列具有完美自相关性质和完美互相关性质。例如，定义 ZCZ 区间为 $[-L_{zc}, L_{zc}]$ ，在该 ZCZ 区间内，所有序列的循环移位自相关和循环移位互相关均为 0。例如，即 $\phi_{aa}(\tau) = 0, -L_{zc} \leq \tau \leq L_{zc}$ ， $\phi_{ab}(\tau) = 0, -L_{zc} \leq \tau \leq L_{zc}$ 。由于序列具有 ZCZ 性质，所以在将不同序列分配给不同的 Responder 进行测距时，只要来自不同的 Responder 的测距响应信号的到达时延差落在 ZCZ 区间对应的时间内，均可以实现多个 Responder 的无干扰精确测距。本申请将这些具有 ZCZ 性质的序列称作 ZCZ 序列。另外，可以理解的是，本申请可以应用于一对一的测距场景，也可以应用于一对多的测距场景。

接下来将结合附图对方案进行详细介绍。附图中以虚线标识的特征或内容可理解为本申请实施例的可选操作或者可选结构。

实施例 1:

如图 2 所示, 提供了一种测距方法, 下文介绍的第一装置可以是前文提及的测距装置 (即 Initiator), 下文介绍的第二装置可以是前文提及的待测距装置 (即 Responder)。在一对一的测距场景中, 第二装置的数量为一个; 在一对多的测距场景中, 第二装置的数量为多个。图 2 以一对一 (即一个第二装置) 为例来介绍测距方法, 包括以下步骤:

步骤 201: 第二装置向第一装置发送第一测距响应信号, 相应的, 第一装置接收来自第二装置的第一测距响应信号。

步骤 202: 第一装置基于第一测距响应信号, 确定所述第一装置和所述第二装置之间的距离。

所述第一测距响应信号基于第一 ZCZ 序列生成, 所述第一 ZCZ 序列属于预配置的多个 ZCZ 序列中的序列。此处的预配置可以是第一装置中预配置, 也可以是第二装置中预配置。第一装置中预配置有多条 ZCZ 序列, 第二装置中预配置有多条 ZCZ 序列。为了便于区分, 将第二装置向第一装置发送的测距响应信号称为第一测距响应信号, 将用于生成第一测距响应信号的 ZCZ 序列称为第一 ZCZ 序列。在一对多的测距场景中, 不同的第二装置发送的第一测距响应信号不同, 也就是不同的第一测距响应信号所基于的第一 ZCZ 序列不同。

本身请中的 ZCZ 序列位于物理层协议数据单元 PPDU 中同步头 (synchronization header, SHR) 内, 这种场景中, ZCZ 序列也可以称为前导码。

在一种可选的示例中, 第一测距响应信号为直接采用脉冲调制方式产生的, 或者, 第一测距响应信号为 UWB 信号。

在一种可选的示例中, ZCZ 序列为二元序列, ZCZ 序列中的元素包括 1 和 -1, 不包括 0。

在一种可选的示例中, ZCZ 序列可以理解为具有 ZCZ 性质的序列。ZCZ 序列在 ZCZ 区间内具有完美的周期自相关性质。本申请预配置的多个 ZCZ 序列在 ZCZ 区间内具有完美的周期互相关性质。

预配置的多个 ZCZ 序列的长度可以相同, 也可以不同。在一种可选的示例中, 预配置的多个 ZCZ 序列的长度包括但不限于: 32、128、256 中的一项或多项。

预配置的多个 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度可以相同, 也可以不同。在一种可选的示例中, 预配置的多个 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度包括但不限于: 5、9、17、33、65 中的一项或多项。不同的 ZCZ 区间可以满足不同的测距需求, 使得测距更加灵活。

不同的序列长度与不同的 ZCZ 区间长度有对应关系, 在一种可选的示例中, 预配置的多个 ZCZ 序列中的: 长度为 32 的 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度为 5 或 9 或 17; 或者, 长度为 128 的 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度为 9 或 17 或 33; 或者, 长度为 256 的 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度为 17 或 33 或 65。

针对同一长度、同一 ZCZ 区间长度的 ZCZ 序列可以预配置 1 条, 也可以预配置多条。在一种可选的示例中, 预配置的多个 ZCZ 序列包括以下一项或多项:

8 条长度为 32、ZCZ 区间长度为 5 的 ZCZ 序列;

4 条长度为 32、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列;

2 条长度为 32、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列；
 16 条长度为 128、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列；
 8 条长度为 128、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列；
 4 条长度为 128、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列；
 16 条长度为 256、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列；
 8 条长度为 256、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列；
 4 条长度为 256、ZCZ 区间长度为 65 的 ZCZ 序列。

针对同一 ZCZ 区间长度，均有多条 ZCZ 序列，这样可以实现一对多的测距需求，使得测距更加灵活。

一种可选的示例，ZCZ 序列可以通过如下方法生成：

采用基矩阵 $F^0 = \begin{bmatrix} F_{11}^0 & F_{12}^0 \\ F_{21}^0 & F_{22}^0 \end{bmatrix}$ ，并基于矩阵递归方法：

$$F^1 = \begin{bmatrix} F_{11}^1 & F_{12}^1 & F_{13}^1 & F_{14}^1 \\ F_{21}^1 & F_{22}^1 & F_{23}^1 & F_{24}^1 \\ F_{31}^1 & F_{32}^1 & F_{33}^1 & F_{34}^1 \\ F_{41}^1 & F_{42}^1 & F_{43}^1 & F_{44}^1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{11}^0 F_{11}^0 & F_{12}^0 F_{12}^0 & (-F_{11}^0) F_{11}^0 & (-F_{12}^0) F_{12}^0 \\ F_{21}^0 F_{21}^0 & F_{22}^0 F_{22}^0 & (-F_{21}^0) F_{21}^0 & (-F_{22}^0) F_{22}^0 \\ (-F_{11}^0) F_{11}^0 & (-F_{12}^0) F_{12}^0 & F_{11}^0 F_{11}^0 & F_{12}^0 F_{12}^0 \\ (-F_{21}^0) F_{21}^0 & (-F_{22}^0) F_{22}^0 & F_{21}^0 F_{21}^0 & F_{22}^0 F_{22}^0 \end{bmatrix}, \text{ 经过 } N \text{ 轮递归, 可以生成}$$

长度为 2^{2N+1} 的 2^{2N+1} 条 ZCZ 序列，这些 ZCZ 序列具有长度为 $2^N + 1$ 的 ZCZ 区间。

例如，采用基矩阵 $F^0 = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$ ：

经过 $N = 2$ 轮矩阵递归，可以生成长度为 32 的 8 条 ZCZ 序列，如表 3 所示，这些序列的 ZCZ 区间长度为 5。

经过 $N = 3$ 轮矩阵递归，可以生成长度为 128 的 16 条 ZCZ 序列，如表 4 所示，这些序列的 ZCZ 区间长度为 9。

需要注意的是，本申请涉及的多个表格中的 ZCZ 序列的序号（例如 1、2、3、……16）只是为了方便描述，没有先后顺序的含义。

表 3：长度为 32 的 8 条 ZCZ 序列，ZCZ 区间长度为 5。

序号	码元
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
2	-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
3	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
4	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
5	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

6	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
7	-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
8	-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

表3中所列的8条长度为32、ZCZ区间长度为5的ZCZ序列，在全周期（即 $[-31, 0]$ 和 $[0, 31]$ ）内不具有完美自相关性质，但是在ZCZ区间（即 $[-2, 2]$ ）内，8条ZCZ序列具有完美的自相关性质和互相关性质。

如图3a所示，介绍了表3中序号为1的ZCZ序列的自相关性质，可以看出在 $[-2, 2]$ 内，具有完美的自相关性质。

如图3b所示，介绍了表3中的序号为1和序号为2的ZCZ序列的互相关性质，可以看出在 $[-2, 2]$ 内，具有完美的互相关性质。

如图3c所示，介绍了表3中序号为2的ZCZ序列的自相关性质，可以看出在 $[-2, 2]$ 内，具有完美的自相关性质。

如图3d所示，介绍了表3中的序号为1和序号为3的ZCZ序列的互相关性质，可以看出在 $[-2, 2]$ 内，具有完美的互相关性质。

如图3e所示，介绍了表3中序号为3的ZCZ序列的自相关性质，可以看出在 $[-2, 2]$ 内，具有完美的自相关性质。

如图3f所示，介绍了表3中的序号为2和序号为3的ZCZ序列的互相关性质，可以看出在 $[-2, 2]$ 内，具有完美的互相关性质。

表4：长度为128的16条ZCZ序列，ZCZ区间长度为9。这16条ZCZ序列，在全周期（即 $[-127, 0]$ 和 $[0, 127]$ ）内不具有完美自相关性质，但是在ZCZ区间（即 $[-4, 4]$ ）内，8条ZCZ序列具有完美的自相关性质和互相关性质。

序号	码元
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 1 -1 1 -1 -1 1
2	-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
3	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 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1
4	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 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1
5	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 1 1 -1 1 1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 1
6	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 -1 -1 1 -1 1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 1 -1 1
7	-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 1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1
8	-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 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1
9	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 -1 1 1 1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 1 1
10	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 -1 1 1 -1 -1 1 1 -1 1 1 1
11	-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 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 -1 -1 1 1
12	-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 1 -1 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1
13	-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 1 1 1 1 1 1 1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1
14	-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 -1 -1 -1 -1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1
15	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 1 -1 1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 1 1 1 1
16	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 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1

一种可选的示例，ZCZ序列可以通过如下方法生成：

采用基向量 $[X^0, Y^0]$ ，并基于如下的向量递归方法 $[X^m, Y^m] = [X^{m-1}Y^{m-1}, (-X^{m-1})Y^{m-1}]$ ，经过 M 轮向量递归之后，可以构造如下的基矩阵 $F^0 = \begin{bmatrix} -X^M & Y^M \\ -Y^M & -X^M \end{bmatrix}$ ，再采用矩阵递归方法：

$$F^1 = \begin{bmatrix} F_{11}^1 & F_{12}^1 & F_{13}^1 & F_{14}^1 \\ F_{21}^1 & F_{22}^1 & F_{23}^1 & F_{24}^1 \\ F_{31}^1 & F_{32}^1 & F_{33}^1 & F_{34}^1 \\ F_{41}^1 & F_{42}^1 & F_{43}^1 & F_{44}^1 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} F_{11}^0 F_{11}^0 & F_{12}^0 F_{12}^0 & (-F_{11}^0) F_{11}^0 & (-F_{12}^0) F_{12}^0 \\ F_{21}^0 F_{21}^0 & F_{22}^0 F_{22}^0 & (-F_{21}^0) F_{21}^0 & (-F_{22}^0) F_{22}^0 \\ (-F_{11}^0) F_{11}^0 & (-F_{12}^0) F_{12}^0 & F_{11}^0 F_{11}^0 & F_{12}^0 F_{12}^0 \\ (-F_{21}^0) F_{21}^0 & (-F_{22}^0) F_{22}^0 & F_{21}^0 F_{21}^0 & F_{22}^0 F_{22}^0 \end{bmatrix}$$
, 经过 N 轮矩阵递归, 可以
 生成长度为 2^{2N+M+1} 的 2^{N+1} 条 ZCZ 序列, 这些 ZCZ 序列具有长度为 $2^{N+M} + 1$ 的 ZCZ 区间。

例如, 采用基向量[1,1]:

经过 $M = 2$ 轮向量递归和 $N = 1$ 轮矩阵递归, 可以生成长度为 32 的 4 条 ZCZ 序列, 如表 5 所示, 这些序列的 ZCZ 区间长度为 9。

经过 $M = 4$ 轮向量递归和 $N = 0$ 轮矩阵递归, 可以生成长度为 32 的 2 条 ZCZ 序列, 如表 6 所示, 这些序列的 ZCZ 区间长度为 17。

经过 $M = 2$ 轮向量递归和 $N = 2$ 轮矩阵递归, 可以生成长度为 128 的 8 条 ZCZ 序列, 如表 7 所示, 这些序列的 ZCZ 区间长度为 17。

经过 $M = 4$ 轮向量递归和 $N = 1$ 轮矩阵递归, 可以生成长度为 128 的 4 条 ZCZ 序列, 如表 8 所示, 这些序列的 ZCZ 区间长度为 33。

经过 $M = 1$ 轮向量递归和 $N = 3$ 轮矩阵递归, 可以生成长度为 256 的 16 条序列, 如表 9 所示, 这些序列的 ZCZ 区间长度为 17。

经过 $M = 3$ 轮向量递归和 $N = 2$ 轮矩阵递归, 可以生成长度为 256 的 8 条序列, 如表 10 所示, 这些序列的 ZCZ 区间长度为 33。

经过 $M = 5$ 轮向量递归和 $N = 1$ 轮矩阵递归, 可以生成长度为 256 的 4 条序列, 如表 11 所示, 这些序列的 ZCZ 区间长度为 65。

表 5: 长度为 32 的 4 条 ZCZ 序列, ZCZ 区间长度为 9。

序号	码元
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
2	-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
3	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
4	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

表 6: 长度为 32 的 2 条 ZCZ 序列, ZCZ 区间长度为 17。

序号	码元
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
2	-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

表 7: 长度为 128 的 8 条 ZCZ 序列, ZCZ 区间长度为 17。

序号	码元
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 1
2	-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
3	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
4	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
5	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
6	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
7	-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
8	-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 -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 -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
3	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 -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 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
4	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 -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 1 -1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1
5	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 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 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
6	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 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 -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
7	-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 -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 -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
8	-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 -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 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
9	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 -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 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 -1 -1 -1
10	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 -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 -1 1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1
11	-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 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 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
12	-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 -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 -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
13	-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 -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 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
14	-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 -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 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
15	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 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 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
16	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 -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 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1

表 10: 长度为 256 的 8 条 ZCZ 序列, ZCZ 区间长度为 33。

序号	码元
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 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 -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
2	-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 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 -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
3	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 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 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
4	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 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 -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
5	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 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 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
6	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 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 -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
7	-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 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 -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
8	-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 -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 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

表 11: 长度为 256 的 4 条 ZCZ 序列, ZCZ 区间长度为 65。

序号	码元
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 -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 -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
2	-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 -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 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
3	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 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 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
4	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 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 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

例如，第一装置和第二装置中预配置的长度为 32、ZCZ 区间长度为 5 的 ZCZ 序列包括表 3 中的至少一个序列。

例如，第一装置和第二装置中预配置的长度为 32、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列包括表 5 中的至少一个序列。

例如，第一装置和第二装置中预配置的长度为 32、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列包括表 6 中的至少一个序列。

例如，第一装置和第二装置中预配置的长度为 128、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列包括表 4 中的至少一个序列。

例如，第一装置和第二装置中预配置的长度为 128、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列包括表 7 中的至少一个序列。

例如，第一装置和第二装置中预配置的长度为 128、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列包括表 8 中的至少一个序列。

例如，第一装置和第二装置中预配置的长度为 256、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列包括表 9 中的至少一个序列。

例如，第一装置和第二装置中预配置的长度为 256、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列包括上述表 10 中的至少一个序列。

例如，第一装置和第二装置中预配置的长度为 256、ZCZ 区间长度为 65 的 ZCZ 序列包括上述表 11 中的至少一个序列。

综上，可以理解的是，第一装置中预配置的多条 ZCZ 序列可以是表 3-表 11 中的全部序列；可以是表 3-表 11 中的部分序列；也可以是部分来自表 3-表 11，对于另一部分的来源不进行限制。换言之，表 3-表 11 中的所有序列被配置于第一装置中，也可以是表 3-表 11 中的部分序列被配置于第一装置中。可选的，第一装置中除了预配置有表 3-表 11 中的所有序列或部分序列外，还可以配置除表 3-表 11 提供的序列外的其它序列。

第二装置与第一装置类似。第二装置中预配置的多条 ZCZ 序列可以是表 3-表 11 中的全部序列；可以是表 3-表 11 中的部分序列；也可以是部分来自表 3-表 11，对于另一部分

的来源不进行限制。换言之，表 3-表 11 中的所有序列被配置于第二装置中，也可以是表 3-表 11 中的部分序列被配置于第二装置中。可选的，第二装置中除了预配置有表 3-表 11 中的所有序列或部分序列外，还可以配置除表 3-表 11 提供的序列外的其它序列。

第一装置与第二装置中预配置的多个 ZCZ 序列可以完全相同，也可以部分相同、部分不同。可选的，第一装置与第二装置相互确定，各自支持（预配置即支持）哪些序列，以便采取双方都支持的序列进行测距。

一种可选的示例，第一装置向第二装置发送第一消息，所述第一消息用于确定第二装置是否支持第一 ZCZ 序列。相应的，第二装置接收来自第一装置的第一消息。第二装置向第一装置发送第二消息，所述第二消息用于指示第二装置支持第一 ZCZ 序列或不支持第一 ZCZ 序列。相应的，第一装置接收来自第二装置的第二消息。在该示例中，第一装置可以先为第二装置选择出某一特定序列，然后询问第二装置是否支持该特定序列。如果支持，则后续可以采用该序列进行测距。如果不支持，第一装置可以重新选择，重新询问。

一种可选的示例，第一装置向第二装置发送第一消息，所述第一消息用于确定第二装置支持的 ZCZ 序列。相应的，第二装置接收来自第一装置的第一消息。第二装置向第一装置发送第二消息，所述第二消息用于指示第二装置支持的 ZCZ 序列。相应的，第一装置接收来自第二装置的第二消息。在该示例中，第一装置询问第二装置支持哪些 ZCZ 序列，然后从第二装置支持的 ZCZ 序列中选择某一序列进行测距。

第一装置可以采用组播或单播或广播的方式向第二装置发送第一消息。

可选的，第一装置中还可以预配置多条 ZCZ 序列对应的参数信息。第二装置中还可以预配置多条 ZCZ 序列对应的参数信息。参数信息包括但不限于以下的一项或多项：序列长度、序列数量、序列 ZCZ 区间长度、序列 ZCZ 区间范围、序列码片长度、序列可支持最大测距装置数量（或者称为序列可支持最大同步测距 Responder 数量）、序列可支持最大测距时延差、序列可支持最大测距范围。

测距时延差为：在一对多的测距场景中，第一装置接收到的来自多个第二装置（Responder）的测距响应信号中，接收到的第一个测距响应信号的时间与接收到的最后一个测距响应信号的时间之间的差值。

测距范围为：在一对多的测距场景中，每个第二装置与第一装置之间有个距离，在多个距离中，最大的距离与最小距离之间的差值。

序列可支持最大测距范围基于序列可支持最大测距时延差确定。

该参数信息可以通过表格的形式存储，也可以通过其他形式（例如对应关系）存储，不进行限制。当以表格形式存储时，可以是所有参数信息位于一个表格中，也可以是每个参数信息位于一个表格中，也可以是部分参数信息位于一个表格中。当多个参数信息位于多个表格中时，多个表格可以是独立的表格，也可以是多层级具有关联关系的表格。此处的多层级的表格可以理解为根据某一参数信息可以找到另一表格。

参考表 12，为表 3-表 11 提供的 ZCZ 序列对应的参数信息。表 3-表 11 中的每个表格中的部分或全部序列可以称为一簇序列或一组序列，每个表格中的部分或全部序列（即一簇序列或一组序列）的参数信息相同。

表 12: ZCZ 序列的参数信息。

序 列 长度	序 列 数量	序 列 ZCZ 区 间长度	码 片 长 度	可 支 持 最大测 距 装 置 数量	可 支 持 最大测 距 时 延 差 (ns)	可 支 持 最大测 距 范 围 (m)
32	8	5	16	8	160	24
	4	9	16	4	288	43.2
	2	17	16	2	544	81.6
128	16	9	4	16	72	10.8
	8	17	4	8	136	20.4
	4	33	4	4	264	39.6
256	16	17	4	16	136	20.4
	8	33	4	8	264	39.6
	4	65	4	4	520	78

在表 12, 不同的序列长度和序列数量对应不同的 ZCZ 序列, 如 8 条长度为 32 的序列对应表 3, 4 条长度为 32 的序列对应表 5。序列数量与可支持最大测距装置数相同。

上文提及的序列 ZCZ 长度与序列 ZCZ 区间范围有关。例如, 序列 ZCZ 长度为 5 时, 对应的序列 ZCZ 区间范围为 $[-2,2]$; 例如, 序列 ZCZ 长度为 9 时, 对应的序列 ZCZ 区间范围为 $[-4,4]$; 例如, 序列 ZCZ 长度为 17 时, 对应的序列 ZCZ 区间范围为 $[-8,8]$; 例如, 序列 ZCZ 长度为 33 时, 对应的序列 ZCZ 区间范围为 $[-16,16]$; 例如, 序列 ZCZ 长度为 65 时, 对应的序列 ZCZ 区间范围为 $[-32,32]$ 。可支持最大测距时延差基于 ZCZ 区间长度确定, 可支持最大测距范围基于可支持最大测距时延差确定。参考 IEEE 802.15.4 标准, 对于长度为 32 的序列, 在每个码元后填充 15 个 0 构成总长为 16 的码片 (Chip), 因此经扩频后, 三簇 (簇, 也可以称为组) ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度分别扩展为 80 个、144 个和 272 个码元。假设一个码元对应的脉宽为 2ns, 则 ZCZ 区间长度对应的最大可容忍测距时延差分别为 160ns、288ns 和 544ns。可选的, 如表 12 最后一列前三行所示, 考虑到测距过程中信号 Initiator $\rightarrow$ Responder $\rightarrow$ Initiator 的双程传输过程, 这些 ZCZ 区间对应的最大的 Responder 测距范围 $c * \Delta t / 2$ 分别为 24m、43.2m 和 81.6m。

同理, 如表 12 最后一列后六行所示, 对于长度为 128 和 256 的序列, 可以在每个码元后填充 3 个 0 构成总长为 4 的码片 (Chip), 三簇 (或三组) 长度为 128 的 ZCZ 序列对应的最大测距范围分别为 10.8m、20.4m 和 39.6m, 三簇 (或三组) 长度为 256 的 ZCZ 序列对应的最大测距范围分别为 20.4m、39.6m 和 78m。

在一种可选的示例中, 所述第一测距响应信号基于第一 ZCZ 序列生成包括:

将长度为 32 的第一 ZCZ 序列中的每个码元后补充 15 个 0, 得到第一测距响应信号;
将长度为 128 的第一 ZCZ 序列中的每个码元后补充 3 个 0, 得到第一测距响应信号;
将长度为 32 的第一 ZCZ 序列中的每个码元后补充 3 个 0, 得到第一测距响应信号。

在一种可选的示例中, 在一对多的测距场景中, 在所述第二装置为多个的情况下, 不同的第二装置对应的第一 ZCZ 序列不同, 多个所述第一 ZCZ 序列的参数信息相同, 所述参数信息包括但不限于以下至少一项: ZCZ 区间长度、可支持最大测距时延差、可支持最大测距范围。

结合表 3-表 11, 在一对多的测距场景中, 所采用的多个 ZCZ 序列 (即本申请所采用的多个第一 ZCZ 序列) 属于同一簇 (组或表格) ZCZ 序列。

如图 4 所示, 再提供一种测距方法, 包括以下步骤:

步骤 401: 第一装置 (Initiator) 与第二装置 (Responder) 进行同步, 第一装置估计第二装置的数量和分布范围 (分布范围可以替换为时延差)。

在测距发起前, 基于 IEEE 802.15.4 标准, Initiator 与 Responder 进行同步。例如, Initiator 向 Responder 广播 (广播也可以替换为组播或单播) 同步请求信号, Responder 接收到同步请求信号之后, 会向 Initiator 发送同步信号, 同步信号包括但不限于 Responder ID。

Initiator 根据接收到的同步信号的数量, 可以获知 Responder 的数量 M 。

Initiator 可以记录同步信号的时延差 ΔT , 或者并根据接收同步信号的时延差估计 Responder 分布范围 ΔR 。同步信号的时延差, 可以理解为接收到的第一个同步信号的时间与接收到的最后一个同步信号的时间之间的差值。分布范围可以理解为距离差, 该距离差基于时延差和信号传播速率 (例如光速) 确定。

步骤 402: Initiator 根据 Responder 数量 M 和分布范围 ΔR (或时延差 ΔT), 选择合适的一簇 (或一组或表 3-表 11 中的某一表格) ZCZ 序列。

Initiator 在得到 Responder 数量 M 和分布范围 ΔR (或时延差 ΔT) 之后, 可以根据预配置的序列参数信息 (例如表 12 中的参数信息) 选择合适的一簇 (或一组) ZCZ 序列进行测距。Initiator 在选择合适的一簇 (或一组) ZCZ 序列时, 考虑的原则包括: 该簇 (或组) 内的序列数量大于 Responder 数量 M , 以及该簇 (或组) 内的序列可支持的最大测距范围大于 Responder 分布范围 ΔR 。可选的, 该簇 (或组) 内的序列可支持的最大测距范围大于 Responder 分布范围 ΔR , 也可以替换为, 该簇 (或组) 内的序列可支持的最大测距时延差大于同步信号的时延差 ΔT 。

例如, UWB 典型应用场景: 利用智慧车钥匙对车内终端进行测距, 在该应用场景中, Responder 典型分布范围小于 10m, Responder 数量超过 10 个, 此时可以选用长度为 128、数量为 16 的一簇 (或一组) ZCZ 序列进行测距。

步骤 403: Initiator 向每个 Responder 分配对应的 ZCZ 序列。

选择出一簇 ZCZ 序列之后, Initiator 可以在一簇 ZCZ 序列中选择出 M 个 ZCZ 序列, 并为每个 Responder 分配一个序列。由于 ZCZ 序列分配方案较为灵活, 例如, 将 ZCZ 序列 1, ..., M 分别分配给 Responder 0, Responder 1, ..., Responder M 。

Initiator 可以向 Responder 发送 ZCZ 序列的索引 (或编号、或序号)。例如, Initiator 可以用过测距控制信息 (ranging control message, RCM) 将序列配置信息发送给 M 个 Responder。序列配置信息中包括但不限于 ZCZ 序列的索引 (或编号、或序号)。

可选的, 步骤 404: Responder 利用分配的 ZCZ 序列, 生成测距响应信号。

例如,不同 Responder 在接收到 Initiator RCM 之后,解码出其中的序列配置信息,利用分配的 ZCZ 序列作为前导码生成测距响应信号。

例如,根据分配的 ZCZ 序列经过表 12 所示填 0 扩频之后,生成测距响应信号。对 ZCZ 序列进行添 0 的过程可以参见前文介绍的,基于第一 ZCZ 序列生成第一测距响应信号的过程,不再重复赘述。

步骤 405: Initiator 与 Responder 进行一对 M 的测距过程。

例如,Initiator 向 M 个 Responder 发送测距发起信号(ranging initiation message, RIM),例如广播发送,也可以是单播或组播发送。

可选的,按照 IEEE 802.15.4 标准,Initiator 可以在时刻 $t_{I,0}$ 向 M 个 Responder 广播测距发起信号 RIM。Responder m 在接收到测距发起信号之后,记录此时的时间戳 $t_{Rm,0}$, $m=1 \dots M$ 。经过固定的时间间隔 t_{reply} 之后,各 Responder 向 Initiator 发送测距响应信号。

步骤 404 可以在接收到测距发起信号之后执行,也可以在接收到测距发起信号之前执行。

步骤 406: Initiator 在接收到不同 Responder 测距响应信号之后,解码出其中的前导码(ZCZ 序列),将解码出的前导码(ZCZ 序列)与本地前导码(ZCZ 序列)做周期自相关,检测最大相关峰出现的位置,估计 TOA,计算距离,完成测距。

Initiator 在接收到 Responder 的测距响应信号之后,解码出其中的 ZCZ 序列,并通过和本地的 ZCZ 序列做循环移位自相关检测 TOA。由于 M 个 Responder 分布范围 ΔR 小于该簇 ZCZ 序列的 ZCZ 区间可支持最大测距范围,因此对于 Responder m ($m=1 \dots M$) 的测距响应信号来说,其他 Responder 测距响应信号对应的自相关和互相关均为 0,因此可以精确地找出 Responder m 对应的最大自相关峰位置。

假设找出的 Responder m 测距响应信号最大自相关峰位置对应的时刻为 $t_{Rm,1}$,那么 Initiator 和 Responder m 之间的距离为 $\frac{c(t_{Rm,1} - t_{I,0} - t_{reply})}{2}$ 。

本申请可以使用 M 个 ZCZ 序列支持 M 个 Responder 同步测距,从而可以提升测距序列容量。

实施例 2:

上述实施例 1 介绍了在不同 Responder 的同步测距的场景中,从预配置的多个 ZCZ 序列中选择出多个 ZCZ 序列来进行同步测距。在实施例 2 中,可以使用一个 ZCZ 序列的循环移位来支持不同 Responder 的同步测距,从而进一步提升序列容量。

在第二装置为至少两个(一对多)的情况下,第一 ZCZ 序列不是直接从预配置多个 ZCZ 序列中选择出来的,该至少两个第一 ZCZ 序列可以是基于对第二 ZCZ 序列进行循环移位确定,所述第二 ZCZ 序列为预配置的多个 ZCZ 序列中的一个,即第二 ZCZ 序列为直接从预配置多个 ZCZ 序列中选择出来的。

例如,序列 1(表 3 中序号为 1 的序列): -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。

序列 2(对序列 1 循环移位 2 位): -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。

序列 2 中的第 1 个元素是序列 1 中的倒数第 2 个元素,序列 2 中的第 2 个元素是序列 1 中的倒数第 1 个元素,序列 2 中的第 3 个元素是序列 1 中的第 1 个元素,序列 2 中的第 4 个元素是序列 1 中的第 2 个元素,……,序列 2 中的最后 1 个元素是序列 1 中的倒数第

3 个元素。

实施例 2 相对于实施例 1，序列的参数信息中的可支持最大测距时延差，可支持最大测距范围会发生变化。例如，如表 12 第一行所示，当 ZCZ 区间为 5，如果不进行循环移位，可支持的最大测距时延差为 160 ns，可支持的最大测距范围为 24m。当循环移位 2 位时，可用的 ZCZ 区间长度变为 3，相应的，可支持的最大测距时延差为 96 ns，可支持的最大测距范围为 14.4m。当 ZCZ 区间为 9，如果不进行循环移位，可支持的最大测距时延差为 288 ns，可支持的最大测距范围为 43.2m。当循环移位 2 位时，可用的 ZCZ 区间长度变为 7，相应的，可支持的最大测距时延差为 $288 * (7/9) = 224$ ns，可支持的最大测距范围为 $43.2 * (7/9) = 33.6$ m。

如表 13 所示，为在采用每次循环移位接近一半（即， $(ZCZ \text{ 区间长度} - 1) / 2$ ）的方式来生成新的 ZCZ 序列的情况下，表 3-表 11 提供的 ZCZ 序列对应的参数信息如下：

序列长度	序列数量	序列 ZCZ 区间长度	码片长度	可支持最大测距装置数	可支持最大测距时延 (ns)	可支持最大测距范围 (m)
32	8	5	16	16	96	14.4
	4	9	16	8	160	24
	2	17	16	4	288	43.2
128	16	9	4	32	40	6
	8	17	4	16	72	10.8
	4	33	4	8	136	20.4
256	16	17	4	32	72	10.8
	8	33	4	16	136	20.4
	4	65	4	8	264	39.6

当使用一个 ZCZ 序列的循环移位来支持不同 Responder 的同步测距时，第一装置（Initiator）在向第二装置（Responder）发送序列配置信息时，序列配置信息包括：第二序列的索引和循环移位信息；其中，不同的第二装置对应的第二序列的索引相同，不同的第二装置对应的循环移位信息不同。

另外，第一装置向第二装置确定，第二装置是否支持第二 ZCZ 序列，第二 ZCZ 序列为预配置的多个 ZCZ 序列中的一个。当支持第二 ZCZ 序列时，也支持对第二 ZCZ 序列进行循环移位得到的第一 ZCZ 序列。

Initiator 在对 Responder 的分布范围有结果之后，可以在 Responder 分布范围远小于序列 ZCZ 区间对应的可支持最大测距范围的前提下，使用同一个序列的循环移位来进一步提升测距序列的容量。由于 Responder 分布范围仍然小于循环移位对应的可用的 ZCZ 区间对

应的可支持最大测距范围，因此仍然可以无干扰地分辨出多个 Responder 测距响应信号对应的最大相关峰。

实施例 2 的其余过程可以参考实施例 1，不再重复赘述。

实施例 2 可以通过降低序列的可支持最大测距范围(可支持最大测距时延差)为代价，进一步提升测距序列容量。如果将每簇(或组)ZCZ 序列循环移位接近一半 ZCZ 区间长度，可以将序列容量提升一倍，可以使用数量为M的 ZCZ 序列支持2M个 Responder 同步测距。

前文介绍了本申请实施例的方法，下文中将介绍本申请实施例中的装置。方法、装置是基于同一技术构思的，由于方法、装置解决问题的原理相似，因此装置与方法的实施可以相互参见，重复之处不再赘述。

本申请实施例可以根据上述方法示例，对装置进行功能模块的划分，例如，可以对应各个功能划分为各个功能模块，也可以将两个或两个以上的功能集成在一个模块中。这些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，本申请实施例中对模块的划分是示意性的，仅仅为一种逻辑功能划分，具体实现时可以有另外的划分方式。

基于与上述方法的同一技术构思，参见图 5，提供了一种测距装置 500 结构示意图，该装置 500 可以包括：处理模块 510，可选的，还包括接收模块 520a、发送模块 520b、存储模块 530。处理模块 510 可以分别与存储模块 530 和接收模块 520a 和发送模块 520b 相连，所述存储模块 530 也可以与接收模块 520a 和发送模块 520b 相连。

在一种示例中，上述的接收模块 520a 和发送模块 520b 也可以集成在一起，定义为收发模块。

在一种示例中，该装置 500 可以为第一装置，也可以为应用于第一装置中的芯片或功能单元。该装置 500 具有上述方法中第一装置的任意功能，例如，该装置 500 能够执行上述图 2、图 4 的方法中由第一装置执行的各个步骤。

所述接收模块 520a，可以执行上述方法实施例中第一装置执行的接收动作。

所述发送模块 520b，可以执行上述方法实施例中第一装置执行的发送动作。

所述处理模块 510，可以执行上述方法实施例中第一装置执行的动作中，除发送动作和接收动作外的其它动作。

在一种示例中，所述接收模块 520a，用于接收来自第二装置的第一测距响应信号，所述第一测距响应信号基于第一零相关区 ZCZ 序列生成，所述第一 ZCZ 序列属于预配置的多个 ZCZ 序列中的序列；

所述处理模块 510，用于基于所述第一测距响应信号，确定所述第一装置和所述第二装置之间的距离。

一种示例中，所述发送模块 520b，用于向所述第二装置发送第一消息，所述第一消息用于确定所述第二装置是否支持所述第一 ZCZ 序列；

所述接收模块 520a，用于接收来自所述第二装置的第二消息，所述第二消息用于指示所述第二装置支持所述第一 ZCZ 序列、或不支持所述第一 ZCZ 序列。

在一种示例中，所述存储模块 530，可以存储第一装置执行的方法的计算机执行指令，以使处理模块 510 和接收模块 520a 和发送模块 520b 执行上述示例中第一装置执行的方法。

示例的，存储模块可以包括一个或者多个存储器，存储器可以是一个或者多个设备、电路中用于存储程序或者数据的器件。存储模块可以是寄存器、缓存或者 RAM 等，存储模块可以和处理模块集成在一起。存储模块可以是 ROM 或者可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备，存储模块可以与处理模块相独立。

5 所述收发模块可以是输入或者输出接口、管脚或者电路等。

在一种示例中，该装置 500 可以为第二装置，也可以为应用于第二装置中的芯片或功能单元。该装置 500 具有上述方法中第二装置的任意功能，例如，该装置 500 能够执行上述图 2、图 4 的方法中由第二装置执行的各个步骤。

10 所述接收模块 520a，可以执行上述方法实施例中第二装置执行的接收动作。

所述发送模块 520b，可以执行上述方法实施例中第二装置执行的发送动作。

所述处理模块 510，可以执行上述方法实施例中第二装置执行的动作中，除发送动作和接收动作外的其它动作。

15 在一种示例中，所述处理模块 510，用于基于第一 ZCZ 序列生成第一测距响应信号，所述第一 ZCZ 序列属于预配置的多个 ZCZ 序列中的序列；

所述发送模块 520b，用于向第一装置发送第一测距响应信号。

在一种示例中，所述存储模块 530，可以存储第二装置执行的方法的计算机执行指令，以使处理模块 510 和接收模块 520a 和发送模块 520b 执行上述示例中第二装置执行的方法。

20 示例的，存储模块可以包括一个或者多个存储器，存储器可以是一个或者多个设备、电路中用于存储程序或者数据的器件。存储模块可以是寄存器、缓存或者 RAM 等，存储模块可以和处理模块集成在一起。存储模块可以是 ROM 或者可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备，存储模块可以与处理模块相独立。

所述收发模块可以是输入或者输出接口、管脚或者电路等。

25 作为一种可能的产品形态，装置可以由一般性的总线体系结构来实现。

如图 6 所示，提供了一种测距装置 600 的示意性框图。

30 该装置 600 可以包括：处理器 610，可选的，还包括收发器 620、存储器 630。该收发器 620，可以用于接收程序或指令并传输至所述处理器 610，或者，该收发器 620 可以用于该装置 600 与其他通信设备进行通信交互，比如交互控制信令和/或业务数据等。该收发器 620 可以为代码和/或数据读写收发器，或者，该收发器 620 可以为处理器与收发机之间的信号传输收发器。所述处理器 610 和所述存储器 630 之间电耦合。

35 一种示例中，该装置 600 可以为第一装置，也可以为应用于第一装置中的芯片。应理解，该装置具有上述方法中第一装置的任意功能，例如，所述装置 600 能够执行上述图 2、图 4 的方法中由第一装置执行的各个步骤。示例的，所述存储器 630，用于存储计算机程序；所述处理器 610，可以用于调用所述存储器 630 中存储的计算机程序或指令，执行上述示例中第一装置执行的方法，或者通过所述收发器 620 执行上述示例中第一装置执行的方法。

40 一种示例中，该装置 600 可以为第二装置，也可以为应用于第二装置中的芯片。应理解，该装置具有上述方法中第二装置的任意功能，例如，所述装置 600 能够执行上述图 2、

图 4 的方法中由第二装置执行的各个步骤。示例的, 所述存储器 630, 用于存储计算机程序; 所述处理器 610, 可以用于调用所述存储器 630 中存储的计算机程序或指令, 执行上述示例中第二装置执行的方法, 或者通过所述收发器 620 执行上述示例中第二装置执行的方法。

5 图 5 中的处理模块 510 可以通过所述处理器 610 来实现。

图 5 中的接收模块 520a 和发送模块 520b 可以通过所述收发器 620 来实现。或者, 收发器 620 分为接收器和发送器, 接收器执行接收模块的功能, 发送器执行发送模块的功能。

图 5 中的存储模块 530 可以通过所述存储器 630 来实现。

10 作为一种可能的产品形态, 装置可以由通用处理器 (通用处理器也可以称为芯片或芯片系统) 来实现。

一种可能的实现方式中, 实现应用于第一装置或第二装置的通用处理器包括: 处理电路 (处理电路也可以称为处理器); 可选的, 还包括: 与所述处理电路内部连接通信的输入输出接口、存储介质 (存储介质也可以称为存储器), 所述存储介质用于存储处理电路执行的指令, 以执行上述示例中第一装置或第二装置执行的方法。

15 图 5 中的处理模块 510 可以通过处理电路来实现。

图 5 中的接收模块 520a 和发送模块 520b 可以通过输入输出接口来实现。或者, 输入输出接口分为输入接口和输出接口, 输入接口执行接收模块的功能, 输出接口执行发送模块的功能。

20 图 5 中的存储模块 530 可以通过存储介质来实现。

作为一种可能的产品形态, 本申请实施例的装置, 还可以使用下述来实现: 一个或多个 FPGA (现场可编程门阵列)、PLD (可编程逻辑器件)、控制器、状态机、门逻辑、分立硬件部件、任何其它适合的电路、或者能够执行本申请通篇所描述的各种功能的电路的任意组合。

25 本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质, 存储有计算机程序, 该计算机程序被计算机执行时, 可以使得所述计算机用于执行上述测距方法。或者说: 所述计算机程序包括用于实现上述测距方法的指令。

本申请实施例还提供了一种计算机程序产品, 包括: 计算机程序代码, 当所述计算机程序代码在计算机上运行时, 使得计算机可以执行上述提供的测距方法。

30 本申请实施例还提供了一种测距的系统, 所述测距系统包括: 执行上述测距方法的第一装置和第二装置。

另外, 本申请实施例中提及的处理器可以是中央处理器 (central processing unit, CPU), 基带处理器, 基带处理器和 CPU 可以集成在一起, 或者分开, 还可以是网络处理器 (network processor, NP) 或者 CPU 和 NP 的组合。处理器还可以进一步包括硬件芯片或其他通用处理器。上述硬件芯片可以是专用集成电路 (application-specific integrated circuit, ASIC), 可编程逻辑器件 (programmable logic device, PLD) 或其组合。上述 PLD 可以是复杂可编程逻辑器件 (complex programmable logic device, CPLD), 现场可编程逻辑门阵列 (field-programmable gate array, FPGA), 通用阵列逻辑 (generic array logic, GAL) 及其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等或其任意组合。通用处

40

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。

本申请实施例中提及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(Dynamic RAM, 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)。应注意，本申请描述的存储器旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

本申请实施例中提及的收发器中可以包括单独的发送器，和/或，单独的接收器，也可以是发送器和接收器集成一体。收发器可以在相应的处理器的指示下工作。可选的，发送器可以对应物理设备中发射机，接收器可以对应物理设备中的接收机。

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中描述的各方法步骤和单元，能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现，为了清楚地说明硬件和软件的可互换性，在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各实施例的步骤及组成。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。本领域普通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。

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，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，或者第二装置等)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。

本申请中的“和/或”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。本申请中所涉及的多个，是指两个或两个以上。另外，需要理解的是，在本申请的描述中，“第一”、“第二”等词汇，仅用于区分描述的目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性，也不能理解为指示或暗示顺序。

尽管已描述了本申请的优选实施例，但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念，则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以，所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本申请范围的所有变更和修改。

显然，本领域的技术人员可以对本申请实施例进行各种改动和变型而不脱离本申请实施例的精神和范围。这样，倘若本申请实施例的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包括这些改动和变型在内。

权 利 要 求

1.一种测距方法，其特征在于，包括：

第一装置接收来自第二装置的第一测距响应信号，所述第一测距响应信号基于第一零相关区 ZCZ 序列生成，所述第一 ZCZ 序列属于预配置的多个 ZCZ 序列中的序列；

5 所述第一装置基于所述第一测距响应信号，确定所述第一装置和所述第二装置之间的距离。

2.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括：

所述第一装置向所述第二装置发送第一消息，所述第一消息用于确定所述第二装置是否支持所述第一 ZCZ 序列；

10 所述第一装置接收来自所述第二装置的第二消息，所述第二消息用于指示所述第二装置支持所述第一 ZCZ 序列、或不支持所述第一 ZCZ 序列。

3.一种测距方法，其特征在于，包括：

第二装置基于第一 ZCZ 序列生成第一测距响应信号，所述第一 ZCZ 序列属于预配置的多个 ZCZ 序列中的序列；

15 所述第二装置向第一装置发送所述第一测距响应信号。

4.根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，还包括：

所述第二装置接收来自所述第一装置的第一消息，所述第一消息用于确定所述第二装置是否支持所述第一 ZCZ 序列；

20 所述第二装置向所述第一装置发送第二消息，所述第二消息用于指示所述第二装置支持所述第一 ZCZ 序列、或不支持所述第一 ZCZ 序列。

5.根据权利要求 1-4 任一项所述的方法，其特征在于，所述多个 ZCZ 序列均为二元序列。

6.根据权利要求 1-5 任一项所述的方法，其特征在于，所述多个 ZCZ 序列在 ZCZ 区间内具有完美的周期自相关性质和完美的周期互相关性质。

7.根据权利要求 1-6 任一项所述的方法，其特征在于，在所述多个 ZCZ 序列中：

长度为 32 的 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度为 5 或 9 或 17；或者，

长度为 128 的 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度为 9 或 17 或 33；或者，

长度为 256 的 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度为 17 或 33 或 65。

8.根据权利要求 1-7 任一项所述的方法，其特征在于，所述多个 ZCZ 序列包括以下一项或多项：

8 条长度为 32、ZCZ 区间长度为 5 的 ZCZ 序列；

4 条长度为 32、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列；

2 条长度为 32、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列；

16 条长度为 128、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列；

8 条长度为 128、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列；

4 条长度为 128、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列；

16 条长度为 256、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列；

8 条长度为 256、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列；

4 条长度为 256、ZCZ 区间长度为 65 的 ZCZ 序列。

9.根据权利要求 7 或 8 所述的方法,其特征在于,长度为 32、ZCZ 区间长度为 5 的 ZCZ 序列包括以下一个或多个:

-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;

5 -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;

10 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;

15 -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; 和/或,

20 长度为 32、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 5 中的一个或多个序列; 和/或,

长度为 32、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 6 中的一个或多个序列; 和/或,

长度为 128、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 4 中的一个或多个序列; 和/或,

25 长度为 128、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 7 中的一个或多个序列; 和/或,

长度为 128、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 8 中的一个或多个序列; 和/或,

30 长度为 256、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 9 中的一个或多个序列; 和/或,

长度为 256、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 10 中的一个或多个序列; 和/或,

长度为 256、ZCZ 区间长度为 65 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 11 中的一个或多个序列。

35 10.根据权利要求 1-9 任一项所述的方法,其特征在于,所述第一测距响应信号基于第一 ZCZ 序列生成包括:

将长度为 32 的第一 ZCZ 序列中的每个码元后补充 15 个 0, 得到第一测距响应信号;

将长度为 128 的第一 ZCZ 序列中的每个码元后补充 3 个 0, 得到第一测距响应信号;

将长度为 32 的第一 ZCZ 序列中的每个码元后补充 3 个 0, 得到第一测距响应信号。

40 11.根据权利要求 1-10 任一项所述的方法,其特征在于,在存在多个所述第二装置的

情况下,不同的第二装置发送的第一 ZCZ 序列不同,多个第二装置对应的多个所述第一 ZCZ 序列的参数信息相同,所述参数信息包括以下一项或多项:ZCZ 区间长度、可支持最大测距时延差、可支持最大测距范围。

12.一种测距装置,其特征在于,包括:

- 5 接收模块,用于接收来自第二装置的第一测距响应信号,所述第一测距响应信号基于第一零相关区 ZCZ 序列生成,所述第一 ZCZ 序列属于预配置的多个 ZCZ 序列中的序列;
 处理模块,用于基于所述第一测距响应信号,确定所述测距装置和所述第二装置之间的距离。

13.根据权利要求 12 所述的装置,其特征在于,还包括:

- 10 发送模块,用于向所述第二装置发送第一消息,所述第一消息用于确定所述第二装置是否支持所述第一 ZCZ 序列;

 所述接收模块,还用于接收来自所述第二装置的第二消息,所述第二消息用于指示所述第二装置支持所述第一 ZCZ 序列、或不支持所述第一 ZCZ 序列。

14.一种测距装置,其特征在于,包括:

- 15 处理模块,用于基于第一 ZCZ 序列生成第一测距响应信号,所述第一 ZCZ 序列属于预配置的多个 ZCZ 序列中的序列;

 发送模块,用于向第一装置发送所述第一测距响应信号。

15.根据权利要求 14 所述的装置,其特征在于,还包括:

- 20 接收模块,用于接收来自所述第一装置的第一消息,所述第一消息用于确定所述测距装置是否支持所述第一 ZCZ 序列;

 发送模块,用于向所述第一装置发送第二消息,所述第二消息用于指示所述测距装置支持所述第一 ZCZ 序列、或不支持所述第一 ZCZ 序列。

16.根据权利要求 12-15 任一项所述的装置,其特征在于,所述多个 ZCZ 序列均为二元序列。

- 25 17.根据权利要求 12-16 任一项所述的装置,其特征在于,所述多个 ZCZ 序列在 ZCZ 区间内具有完美的周期自相关性质和完美的周期互相关性质。

18.根据权利要求 12-17 任一项所述的装置,其特征在于,在所述多个 ZCZ 序列中:

- 长度为 32 的 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度为 5 或 9 或 17;或者,
 长度为 128 的 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度为 9 或 17 或 33;或者,
30 长度为 256 的 ZCZ 序列的 ZCZ 区间长度为 17 或 33 或 65。

19.根据权利要求 12-18 任一项所述的装置,其特征在于,所述多个 ZCZ 序列包括以下一项或多项:

- 8 条长度为 32、ZCZ 区间长度为 5 的 ZCZ 序列;
 4 条长度为 32、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列;
35 2 条长度为 32、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列;
 16 条长度为 128、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列;
 8 条长度为 128、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列;
 4 条长度为 128、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列;
 16 条长度为 256、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列;
40 8 条长度为 256、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列;

4 条长度为 256、ZCZ 区间长度为 65 的 ZCZ 序列。

20. 根据权利要求 18 或 19 所述的装置，其特征在于，长度为 32、ZCZ 区间长度为 5 的 ZCZ 序列包括以下一个或多个：

-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 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 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; 和/或，

长度为 32、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 5 中的一个或多个序列；和/或，

长度为 32、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 6 中的一个或多个序列；和/或，

长度为 128、ZCZ 区间长度为 9 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 4 中的一个或多个序列；和/或，

长度为 128、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 7 中的一个或多个序列；和/或，

长度为 128、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 8 中的一个或多个序列；和/或，

长度为 256、ZCZ 区间长度为 17 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 9 中的一个或多个序列；和/或，

长度为 256、ZCZ 区间长度为 33 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 10 中的一个或多个序列；和/或，

长度为 256、ZCZ 区间长度为 65 的 ZCZ 序列包括说明书具体实施方式中的表 11 中的一个或多个序列。

21. 根据权利要求 12-20 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一测距响应信号基于第一 ZCZ 序列生成包括：

将长度为 32 的第一 ZCZ 序列中的每个码元后补充 15 个 0，得到第一测距响应信号；

将长度为 128 的第一 ZCZ 序列中的每个码元后补充 3 个 0，得到第一测距响应信号；

将长度为 32 的第一 ZCZ 序列中的每个码元后补充 3 个 0，得到第一测距响应信号。

22.根据权利要求 12-21 任一项所述的装置，其特征在于，在存在多个所述第二装置的情况下，不同的第二装置发送的第一 ZCZ 序列不同，多个第二装置对应的多个所述第一 ZCZ 序列的参数信息相同，所述参数信息包括以下一项或多项：ZCZ 区间长度、可支持最大测距时延差、可支持最大测距范围。

5 23.一种测距装置，其特征在于，包括处理器，所述处理器与存储器耦合；
所述存储器，用于存储计算机程序或指令；
所述处理器，用于执行所述存储器中的部分或者全部计算机程序或指令，当所述部分或者全部计算机程序或指令被执行时，用于实现如权利要求 1-11 任一项所述的方法。

10 24.一种测距装置，其特征在于，包括处理器和存储器；
所述存储器，用于存储计算机程序或指令；
所述处理器，用于执行所述存储器中的部分或者全部计算机程序或指令，当所述部分或者全部计算机程序或指令被执行时，用于实现如权利要求 1-11 任一项所述的方法。

25.一种计算机可读存储介质，其特征在于，用于存储计算机程序，所述计算机程序包括用于实现权利要求 1-11 任一项所述的方法的指令。

15 26.一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品包括：计算机程序代码，当所述计算机程序代码在计算机上运行时，使得计算机执行如权利要求 1-11 任一项所述的方法。

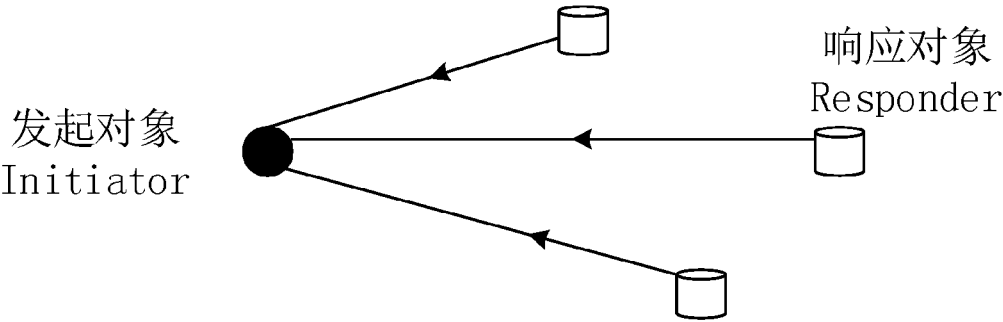


图 1

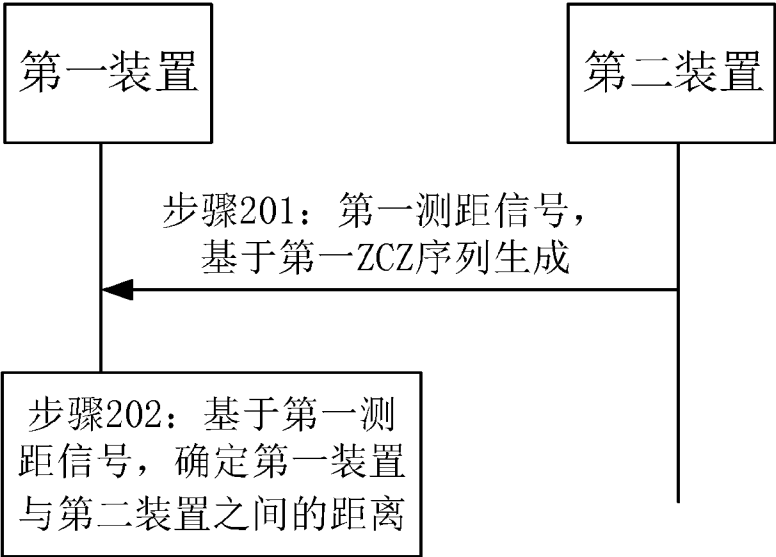


图 2

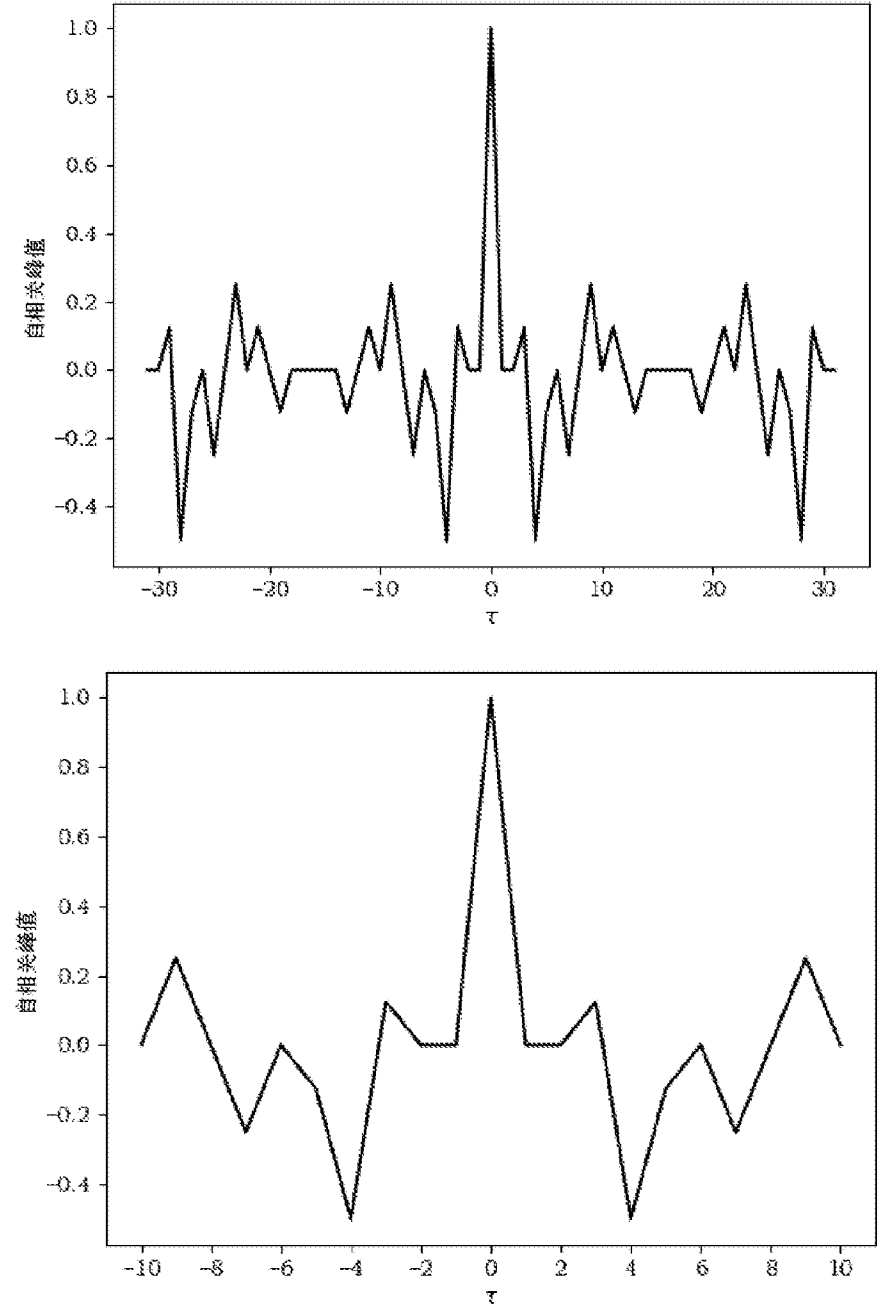


图 3a

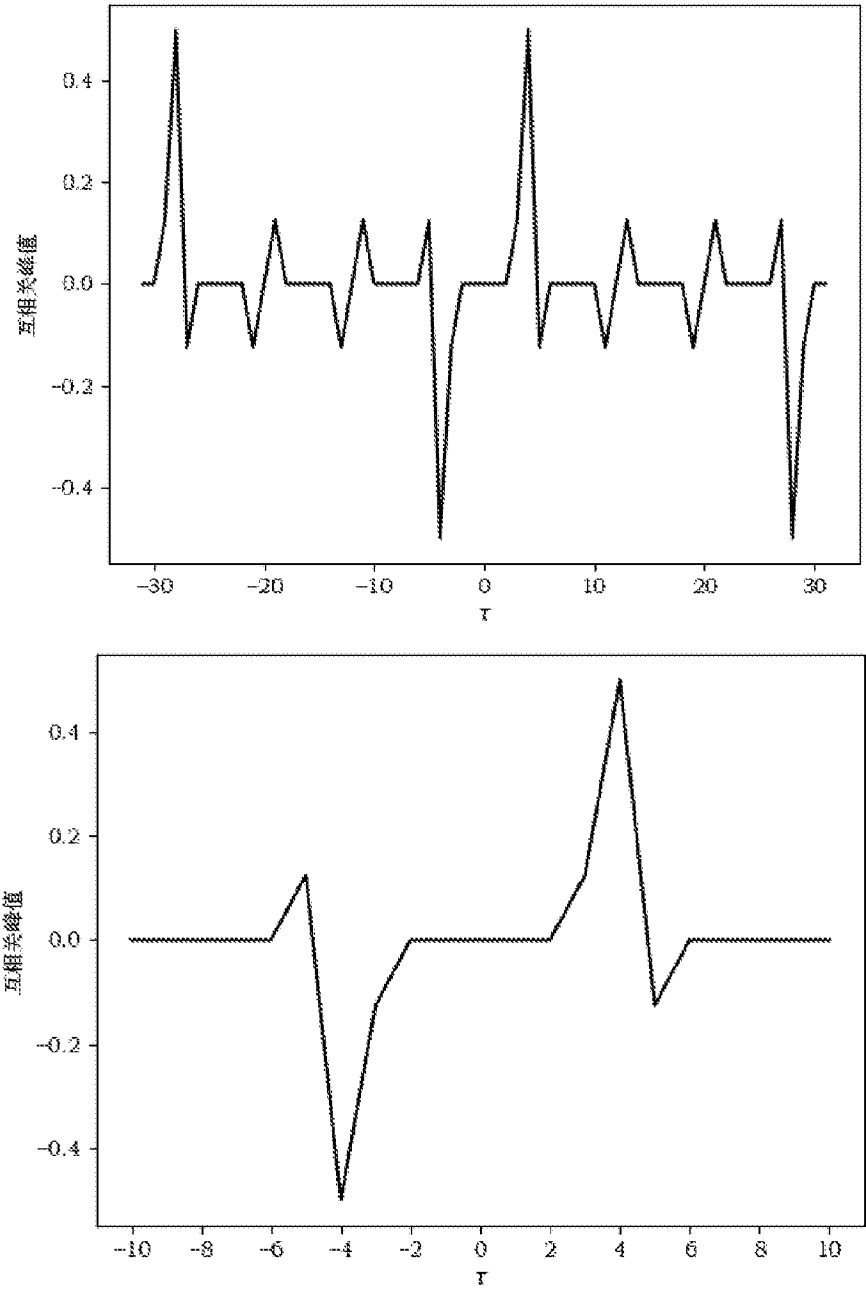


图 3b

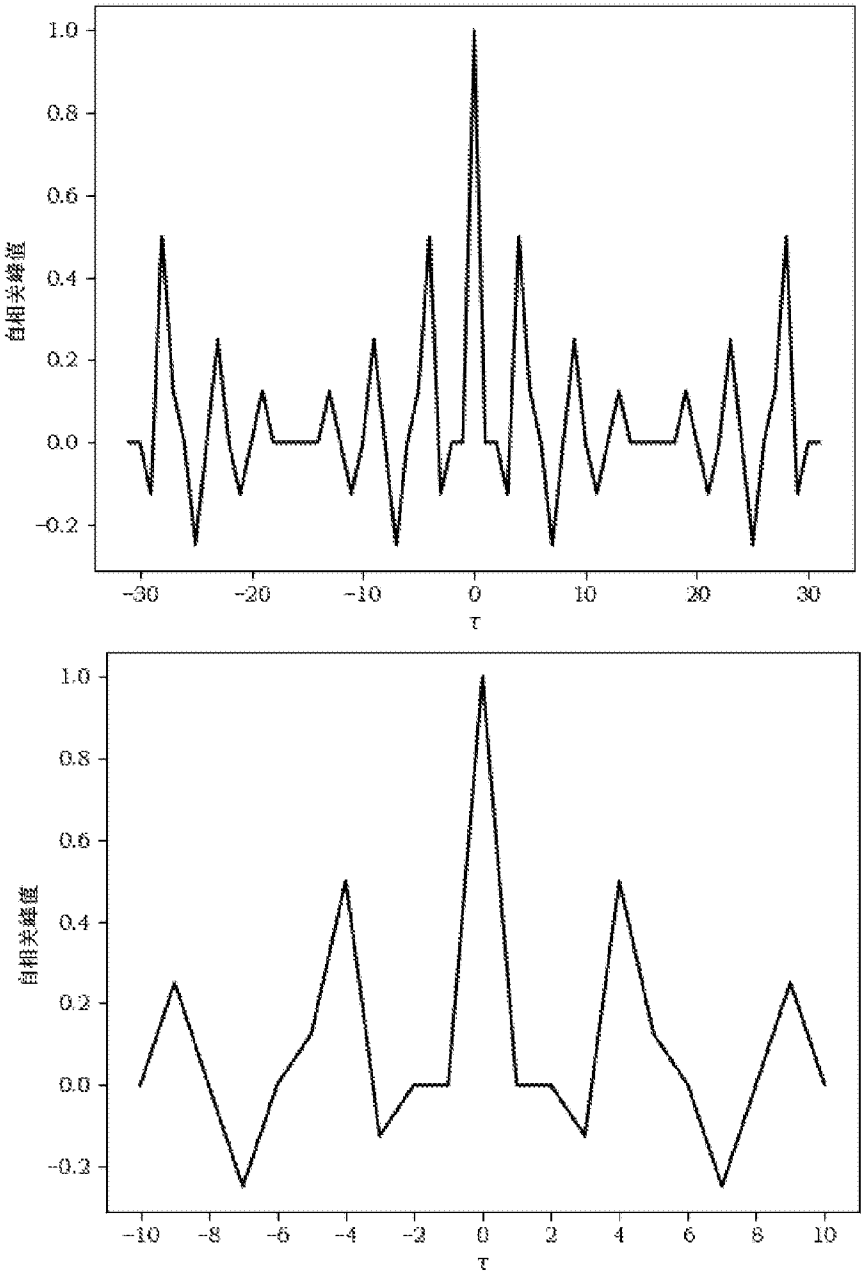


图 3c

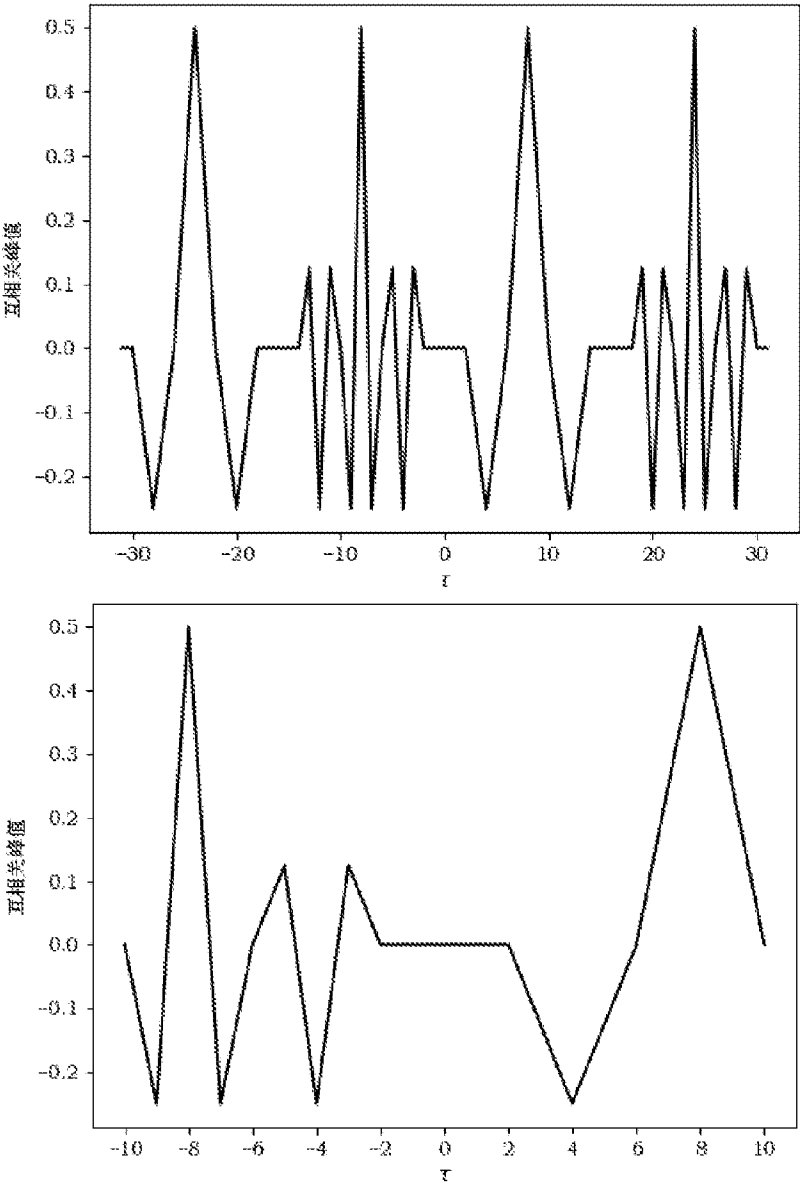


图 3d

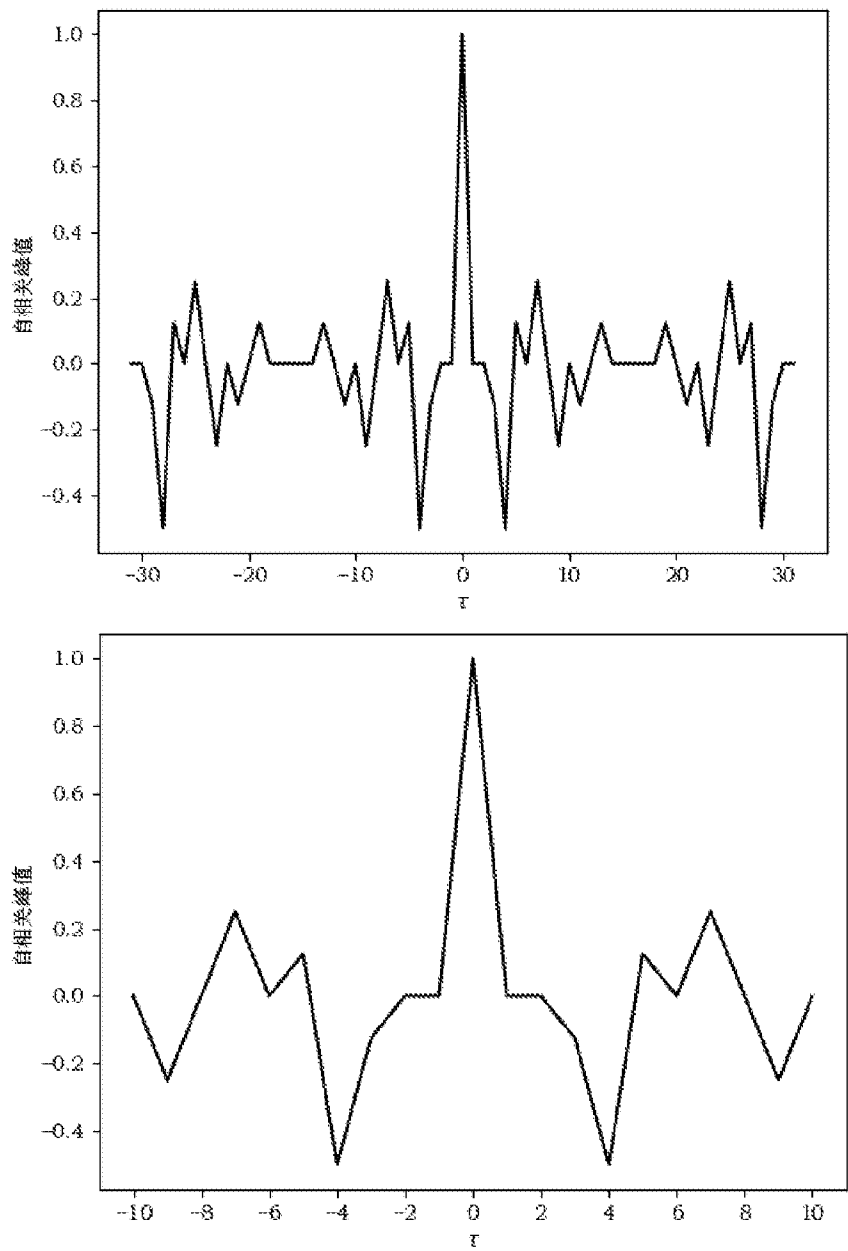


图 3e

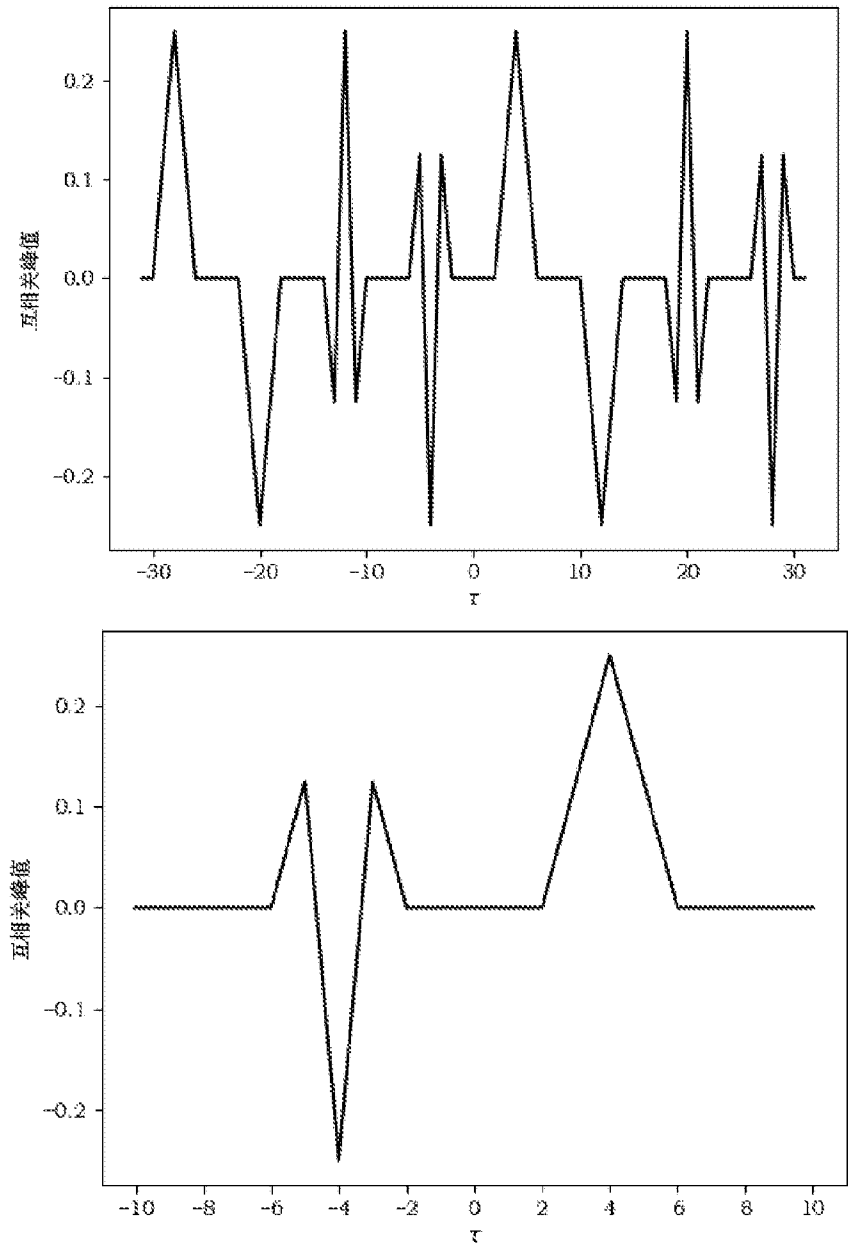


图 3f

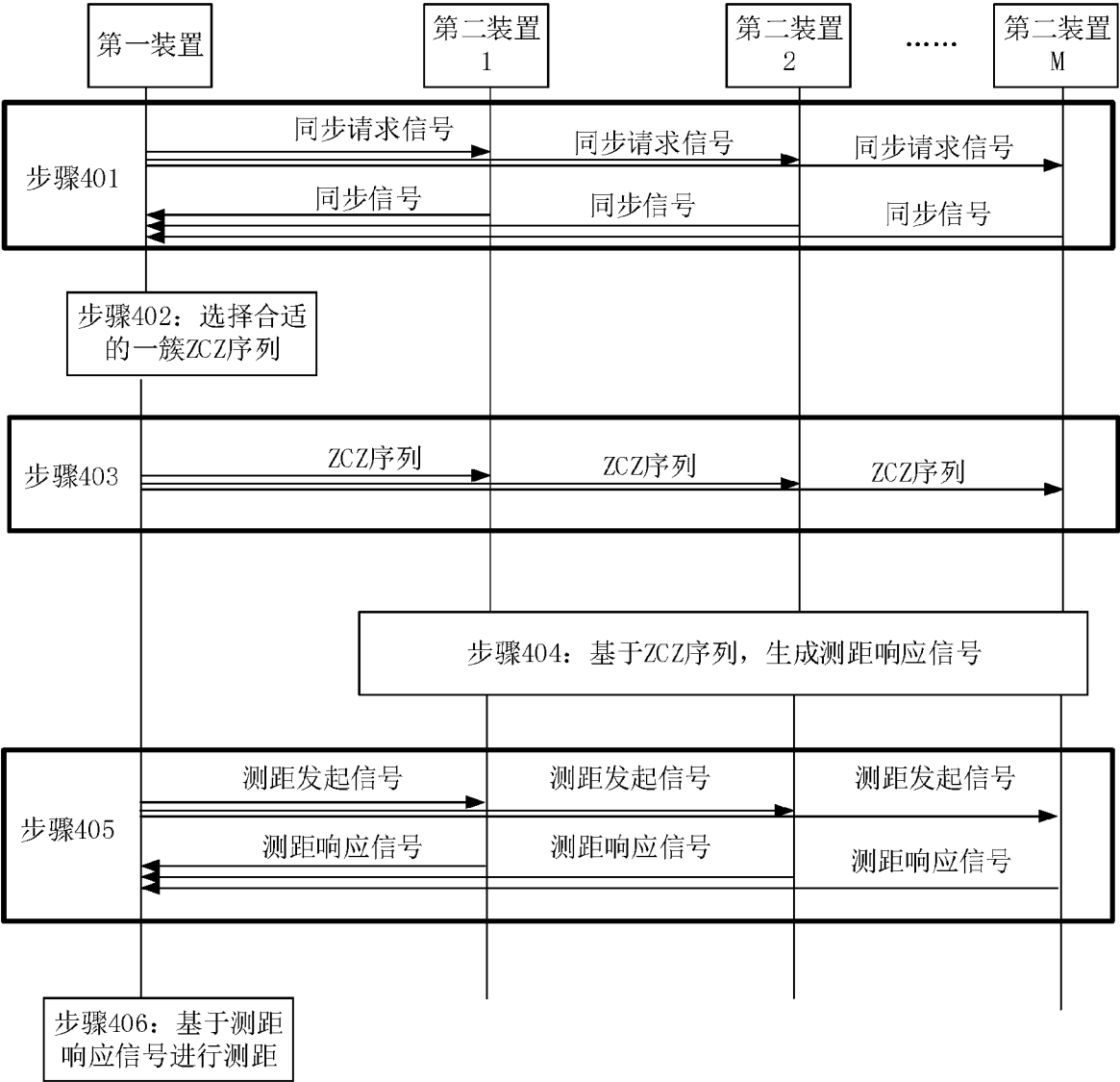


图 4

测距装置500

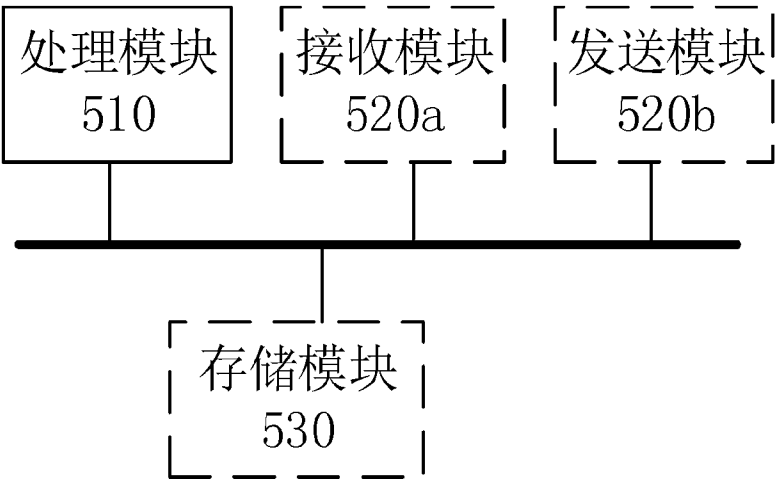


图 5

测距装置600

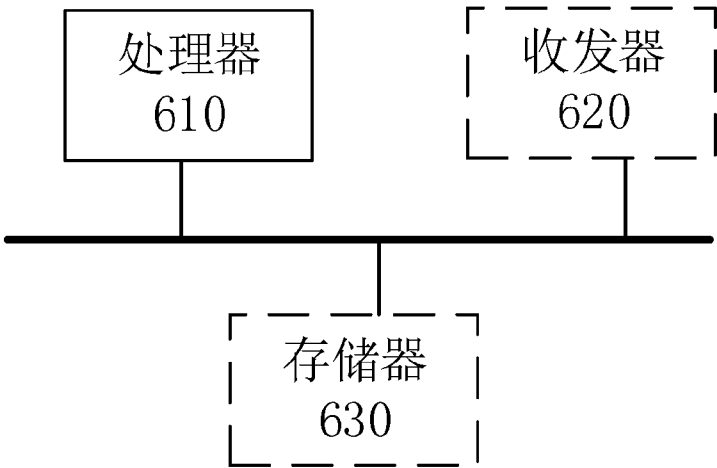


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/114053

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01S 5/04(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																							
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S,H04W Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 测距, 定位, 距离, 零相关区, ZCZ, 序列, distan+, position+, zero, correlate+, zone?, sequence, serial																							
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 101702827 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 05 May 2010 (2010-05-05) description, paragraphs [0037]-[0043], and figures 1-5</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111796260 A (VIVO COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 October 2020 (2020-10-20) entire document</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111989592 A (BEIJING XIAOMI MOBILE SOFTWARE CO., LTD.) 24 November 2020 (2020-11-24) entire document</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102273101 A (LG ELECTRONICS INC.) 07 December 2011 (2011-12-07) entire document</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2016329981 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 10 November 2016 (2016-11-10) entire document</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109557527 A (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA) et al.) 02 April 2019 (2019-04-02) entire document</td> <td>1-26</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	CN 101702827 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 05 May 2010 (2010-05-05) description, paragraphs [0037]-[0043], and figures 1-5	1-26	A	CN 111796260 A (VIVO COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 October 2020 (2020-10-20) entire document	1-26	A	CN 111989592 A (BEIJING XIAOMI MOBILE SOFTWARE CO., LTD.) 24 November 2020 (2020-11-24) entire document	1-26	A	CN 102273101 A (LG ELECTRONICS INC.) 07 December 2011 (2011-12-07) entire document	1-26	A	US 2016329981 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 10 November 2016 (2016-11-10) entire document	1-26	A	CN 109557527 A (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA) et al.) 02 April 2019 (2019-04-02) entire document	1-26
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																					
X	CN 101702827 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 05 May 2010 (2010-05-05) description, paragraphs [0037]-[0043], and figures 1-5	1-26																					
A	CN 111796260 A (VIVO COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 October 2020 (2020-10-20) entire document	1-26																					
A	CN 111989592 A (BEIJING XIAOMI MOBILE SOFTWARE CO., LTD.) 24 November 2020 (2020-11-24) entire document	1-26																					
A	CN 102273101 A (LG ELECTRONICS INC.) 07 December 2011 (2011-12-07) entire document	1-26																					
A	US 2016329981 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 10 November 2016 (2016-11-10) entire document	1-26																					
A	CN 109557527 A (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA) et al.) 02 April 2019 (2019-04-02) entire document	1-26																					
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.																							
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family																							
Date of the actual completion of the international search 31 October 2022		Date of mailing of the international search report 23 November 2022																					
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.																					

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/114053

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	101702827	A	05 May 2010	None			
CN	111796260	A	20 October 2020	None			
CN	111989592	A	24 November 2020	None			
CN	102273101	A	07 December 2011	WO	2010077124	A2	08 July 2010
				KR	20100081267	A	14 July 2010
				US	2012044833	A1	23 February 2012
US	2016329981	A1	10 November 2016	WO	2015126028	A1	27 August 2015
				JP	2017511987	A	27 April 2017
				WO	2015126027	A1	27 August 2015
				EP	3110034	A1	28 December 2016
CN	109557527	A	02 April 2019	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/114053

A. 主题的分类 G01S 5/04 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G01S, H04W 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 测距, 定位, 距离, 零相关区, ZCZ, 序列, distan+, position+, zero, correlate+, zone?, sequence, serial																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 101702827 A (清华大学) 2010年5月5日 (2010 - 05 - 05) 说明书第[0037]-[0043]段、附图1-5</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111796260 A (维沃移动通信有限公司) 2020年10月20日 (2020 - 10 - 20) 全文</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111989592 A (北京小米移动软件有限公司) 2020年11月24日 (2020 - 11 - 24) 全文</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102273101 A (LG电子株式会社) 2011年12月7日 (2011 - 12 - 07) 全文</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2016329981 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 2016年11月10日 (2016 - 11 - 10) 全文</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109557527 A (中国石油大学华东 等) 2019年4月2日 (2019 - 04 - 02) 全文</td> <td>1-26</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 101702827 A (清华大学) 2010年5月5日 (2010 - 05 - 05) 说明书第[0037]-[0043]段、附图1-5	1-26	A	CN 111796260 A (维沃移动通信有限公司) 2020年10月20日 (2020 - 10 - 20) 全文	1-26	A	CN 111989592 A (北京小米移动软件有限公司) 2020年11月24日 (2020 - 11 - 24) 全文	1-26	A	CN 102273101 A (LG电子株式会社) 2011年12月7日 (2011 - 12 - 07) 全文	1-26	A	US 2016329981 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 2016年11月10日 (2016 - 11 - 10) 全文	1-26	A	CN 109557527 A (中国石油大学华东 等) 2019年4月2日 (2019 - 04 - 02) 全文	1-26
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	CN 101702827 A (清华大学) 2010年5月5日 (2010 - 05 - 05) 说明书第[0037]-[0043]段、附图1-5	1-26																					
A	CN 111796260 A (维沃移动通信有限公司) 2020年10月20日 (2020 - 10 - 20) 全文	1-26																					
A	CN 111989592 A (北京小米移动软件有限公司) 2020年11月24日 (2020 - 11 - 24) 全文	1-26																					
A	CN 102273101 A (LG电子株式会社) 2011年12月7日 (2011 - 12 - 07) 全文	1-26																					
A	US 2016329981 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 2016年11月10日 (2016 - 11 - 10) 全文	1-26																					
A	CN 109557527 A (中国石油大学华东 等) 2019年4月2日 (2019 - 04 - 02) 全文	1-26																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td style="vertical-align: top;"> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																			
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																						
国际检索实际完成的日期 2022年10月31日		国际检索报告邮寄日期 2022年11月23日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 索子繁 电话号码 86-(10)-53962587																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/114053

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	101702827	A	2010年5月5日	无			
CN	111796260	A	2020年10月20日	无			
CN	111989592	A	2020年11月24日	无			
CN	102273101	A	2011年12月7日	WO	2010077124	A2	2010年7月8日
				KR	20100081267	A	2010年7月14日
				US	2012044833	A1	2012年2月23日
US	2016329981	A1	2016年11月10日	WO	2015126028	A1	2015年8月27日
				JP	2017511987	A	2017年4月27日
				WO	2015126027	A1	2015年8月27日
				EP	3110034	A1	2016年12月28日
CN	109557527	A	2019年4月2日	无			