



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113099522 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 22

(21) 申请号 202110343436.0

(22) 申请日 2021.03.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113099522 A

(43) 申请公布日 2021.07.09

(66) 本国优先权数据
202010239736.X 2020.03.30 CN

(73) 专利权人 深圳友讯达科技股份有限公司
地址 518000 广东省深圳市南山区桃源街
道龙光社区龙珠三路光前工业区6栋3
层

(72) 发明人 谢远智 董银锋 吴金明 刘祚喜

(74) 专利代理机构 深圳砾智知识产权代理事务
所(普通合伙) 44722

专利代理师 翁治林

(51) Int.Cl.

H04W 52/02 (2009.01)

H04L 5/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103052150 A, 2013.04.17

CN 109600822 A, 2019.04.09

审查员 杨敏燕

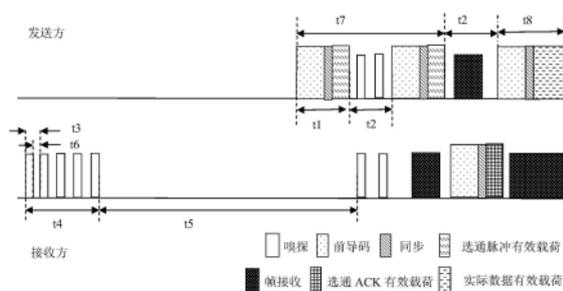
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种低功耗无线通信省电方法

(57) 摘要

本发明提供了一种低功耗无线通信省电方法,涉及无线通讯技术领域,解决了目前改进的双发模式的休眠时间的加长,会导致发射选通脉冲的时间同步增加,当发射的次数超过一定数量,省电效果就不明显了的不足。该方法步骤为:设置同步信标的时隙间隔;设置选通脉冲晶体精度;所述晶体精度范围为: $\pm 10\sim 20\text{ppm}$;设置选通脉冲次数;设置选通脉冲的通信速率;所述选通脉冲的通信速率为20kbps;将接收方信道划分嗅探时长、扫描时长及休眠时长,并分别计算其值。本发明通过引入不严格同步的技术,调整设置参数,降低选通脉冲时长,不需要高成本的高精度晶体,大大降低频繁发送数据所需的功耗。



CN 113099522 B

1. 一种低功耗无线通信省电方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、设置同步信标的时隙间隔;所述时隙间隔为60000ms、900000ms、1800000ms或3600000ms;

S2、设置选通脉冲晶体精度范围为: $\pm 10\sim 20$ ppm;

S3、设置选通脉冲次数;所述设置选通脉冲次数为:

同步信标时隙间隔为60000ms或900000ms时,选通脉冲发送3次;同步信标时隙间隔为1800000ms时,选通脉冲发送5次;同步信标时隙间隔为3600000ms时,选通脉冲发送9次;每次为一个同步选通脉冲时长;

S4、设置选通脉冲的通信速率为20kbps;

S5、将接收方信道划分嗅探时长、扫描时长及休眠时长,并分别计算其值;所述嗅探时长为收发器在嗅探模式下的运行时间;所述扫描时长为接收方信道扫描检测在其通信范围内传输唤醒选通信号的时长;所述休眠时长为接收方信道停止扫描或收发器停止嗅探的时长。

2. 根据权利要求1所述的低功耗无线通信省电方法,其特征在于,所述选通脉冲包括同步选通脉冲帧、所述同步选通脉冲时长及选通ACK时长;

所述同步选通脉冲帧包括前导码、同步字及选通脉冲有效载荷;

所述前导码、同步字或选通脉冲有效载荷的字节数分别定义为: 24×10^{-3} kbp、 12×10^{-3} kbp、 8×10^{-3} kbp。

3. 根据权利要求2所述的低功耗无线通信省电方法,其特征在于,所述前导码发送时长、同步字发送时长及选通脉冲有效载荷发送时长的计算方法如下:

$$t = a * B / v;$$

其中,t为所述前导码、同步字或选通脉冲有效载荷的发送时长,B为所述前导码、同步字或选通脉冲有效载荷的字节数,v为所述同步选通脉冲的通信速率,a为系数,此取值为8。

4. 根据权利要求2所述的低功耗无线通信省电方法,其特征在于,所述同步选通脉冲时长为传输一个所述同步选通脉冲帧所用的时间;

所述选通ACK时长为在连续的所述同步选通脉冲帧之间插入的时隙,且在所述时隙内由发送方从接收方接收所述选通ACK。

5. 根据权利要求2所述的低功耗无线通信省电方法,其特征在于,所述同步信标采用广播方式,且同步帧载荷长度为 12×10^{-3} kbp;

所述选通脉冲发射次数与所述同步信标一致。

6. 根据权利要求3所述的低功耗无线通信省电方法,其特征在于,所述嗅探时长为两次嗅探之间的间隙;

所述嗅探时长为收发器在嗅探模式下的运行时间;

所述嗅探时长不大于前导码发送时长。

7. 根据权利要求6所述的低功耗无线通信省电方法,其特征在于,在所述同步选通脉冲时长、选通ACK时长、嗅探时长、扫描时长及休眠时长确定后,还包括根据各时长具体数值的运行步骤,包括:

S6、将所述接收方与发送方的收发器设置为嗅探模式;

S7、所述发送方持续发送多次所述选通脉冲;每次时长为所述同步选通脉冲时长与选

通ACK时长之和；

S8、所述接收方在所述扫描时长内周期性嗅探所述选通脉冲信号；嗅探周期为一个所述嗅探时长；

S9、如果所述接收方在所述扫描时长内没有收到所述选通脉冲信号，进入休眠状态，超过所述休眠时长后返回步骤S8继续嗅探；

S10、如果所述接收方在所述扫描时长内收到所述选通脉冲信号，发送所述选通ACK；

S11、如果所述发送方在选通ACK时长内接收所述选通ACK，发送数据帧，完成数据通信；

S12、如果所述发送方在选通ACK时长内未接收所述选通ACK，发送次数内发送下一个所述选通脉冲，返回步骤S8；

S13、如果所述选通脉冲的发送次数用完，停止发送，所述接收方进入休眠状态，待下一个所述同步信标时限到来唤醒。

一种低功耗无线通信省电方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通讯技术领域,尤其涉及一种低功耗无线通信省电方法。

背景技术

[0002] 一般情况下,无线通信产品为了降低功耗,会从几个方面考虑,一是硬件的设计,如尽可能降低微控制单元(Microcontroller Unit;MCU)、射频器件的发射、接收、待机状态的功耗;二是从控制软件的设计方面考虑,如关闭不必要的外设,优化软件工作流程等;三是从通信协议角度考虑,如优化收、发、待机时间比例,增加休眠状态等。前面两种方法比较通用,不同产品的设计方案大多类似,省电效果也差不多。而第三种方法的设计相差比较大,省电效果也有很大差异。从通信协议角度设计的模式主要有单发模式、被动双发模式、双发模式、改进的双发模式以及全网同步模式。被动双发模式在单发模式的休眠状态、数据上报状态中增加了一个接收窗口,用于接收对方的命令或数据,这两种模式设计简单,省电效果好,不需要贵重的高精度晶体,成本低,然而应用受到诸多的限制,进而出现了双发模式、改进的双发模式以及全网同步模式。而全网同步模式要求全网络的节点的休眠与唤醒时间都能够严格同步,由于有严格同步机制,不必为通信双方的连接过程浪费过多的能量来发送前导码,因此能够非常省电。但是由于严格同步需要精度非常高的问卜或恒温晶体(最少需要 $\pm 0.5\text{ppm}$),而且这种晶体本身需要消耗能量(休眠情况下一般为 $2\text{-}5\mu\text{A}$)。同时,如果节点一天发送一次数据,在这么长时间段要保持同步,技术上实现非常困难而且成本比较高,因此现实应用比较少使用。

[0003] 在双发模式中接收机时长性启动,探测空中是否有属于自己的信息。如果探测到与自己相关的信息,继续接收直到接收完所有数据;如果没有与自己相关的信息,则在接收唤醒截止时间到来时,自动转入到休眠状态。如果有事件或数据需要发送,则提前探测空中是否有信号占用信道,如果有,则退避一段时间后重新探测;如果没有,则发送数据。该模式的优点是可以让节点随时发送和接收数据,能够组成星型、树型或mesh通信网络,不需要贵重的高精度晶体,成本低。缺点则是功耗比较高,为了能够可靠通信,接收唤醒时间需要一个比较长的时长,而为了省电,可以把休眠时间设置长一些,随着休眠时段的增加,发送数据时,前导码的长度也必须增加,最短也必须覆盖一个休眠时长,否则无法保证一次发送数据的时间内可靠通信。如果多次发送数据,功耗就无法支撑电池寿命的要求。

[0004] 改进的双发模式在双发模式的基础上增加了选通信号并将收发器配置为嗅探模式。如果信道扫描超时到期并且没有收到有效的选通信号,它将立即返回休眠状态;否则,它将以选通确认回复(Acknowledgement,ACK),表明它现在已醒来并准备接收传入的数据包。如果有效数据包在一定时间内未到达,则该节点应立即返回休眠状态;如果有节点希望发送数据包,该设备应首先执行待冲突避免的载波侦听多址(Carrier sense multiple access with collision avoidance,CSMA-CA)算法进行信道空闲状态检测,如果检测到空闲信道,发送方应开始发送一系列唤醒选通信号。该模式过将连续接收和发射的时间分成几段,并且在每一段都增加休眠过程,以降低功耗,但是根据测算,当每天多次发送数据时,

整体功耗还是比较高,无法达到要求。

[0005] 总之,对于双发和改进的双发模式,都为了省电,需要尽可能增加休眠时间,但是休眠时间的加长,会导致发射的时间同步增加,如果发射的次数超过一定数量,省电效果就不明显了。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题针对上述双发模式及改进的双发模式在低功率无线通信领域存在省电效果差的问题,提供了一种低功耗无线通信省电方法。

[0007] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种低功耗无线通信省电方法,包括以下步骤:

[0008] S1、设置同步信标的时隙间隔;所述时隙间隔为60000ms、900000ms、1800000ms或3600000ms;

[0009] S2、设置选通脉冲晶体精度范围为: $\pm 10\sim 20\text{ppm}$;

[0010] S3、设置选通脉冲次数;设置选通脉冲次数为:所述同步信标时隙间隔为60000ms或900000ms时,所述选通脉冲发送3次;所述同步信标时隙间隔为1800000ms时,所述选通脉冲发送5次;所述同步信标时隙间隔为3600000ms时,所述选通脉冲发送9次。每次为一个同步选通脉冲时长。

[0011] S4、设置选通脉冲的通信速率为20kbps;

[0012] S5、将接收方信道划分嗅探时长、扫描时长及休眠时长,并分别计算其值;所述嗅探时长为收发器在嗅探模式下的运行时间;所述扫描时长为接收方信道扫描检测在其通信范围内传输唤醒选通信号的时长;所述休眠时长为接收方信道停止扫描或收发器停止嗅探的时长。

[0013] 优选的,所述选通脉冲包括同步选通脉冲帧、所述同步选通脉冲时长及选通ACK时长;所述同步选通脉冲帧包括前导码、同步字及选通脉冲有效载荷;所述前导码、同步字或选通脉冲有效载荷的字节数分别定义为: $24\times 10^{-3}\text{kbp}$ 、 $12\times 10^{-3}\text{kbp}$ 、 $8\times 10^{-3}\text{kbp}$ 。

[0014] 优选的,所述前导码发送时长、同步字发送时长及选通脉冲有效载荷发送时长的计算方法如下:

[0015] $t=a*B/v$ (1);

[0016] 其中,t为所述前导码、同步字或选通脉冲有效载荷的发送时长,B为所述前导码、同步字或选通脉冲有效载荷的字节数,v为所述同步选通脉冲的通信速率,a为系数,此取值为8。

[0017] 优选的,所述同步选通脉冲时长为传输一个所述同步选通脉冲帧所用的时间;所述选通ACK时长为在连续的所述同步选通脉冲帧之间插入的时隙,且在所述时隙内由发送方从接收方接收所述选通ACK。

[0018] 优选的,所述同步信标采用广播方式,且同步帧载荷长度为 $12\times 10^{-3}\text{kbp}$;所述选通脉冲发射次数与所述同步信标一致。

[0019] 优选的,所述嗅探时长为两次嗅探之间的间隙;所述嗅探时长为收发器在嗅探模式下的运行时间;所述嗅探时长不大于前导码发送时长。

[0020] 优选的,在所述同步选通脉冲时长、选通ACK时、嗅探时长、扫描时长及休眠时长确

定后,还包括根据各时长具体数值的运行步骤,包括:

[0021] S6、将所述接收方与发送方的收发器设置为嗅探模式;

[0022] S7、所述发送方持续发送多次所述选通脉冲;每次时长为所述同步选通脉冲时长与选通ACK时长之和;

[0023] S8、所述接收方在所述扫描时长内周期性嗅探所述选通脉冲信号;嗅探周期为一个所述嗅探时长;

[0024] S9、如果所述接收方在所述扫描时长内没有收到所述选通脉冲信号,进入休眠状态,超过所述休眠时长后返回步骤S8继续嗅探;

[0025] S10、如果所述接收方在所述扫描时长内收到所述选通脉冲信号,发送所述选通ACK;

[0026] S11、如果所述发送方在选通ACK时长内接收所述选通ACK,发送数据帧,完成数据通信;

[0027] S12、如果所述发送方在选通ACK时长内未接收所述选通ACK,发送次数内发送下一个所述选通脉冲,返回步骤S8;

[0028] S13、如果所述选通脉冲的发送次数用完,停止发送,所述接收方进入休眠状态,待下一个所述同步信标时限到来唤醒。

[0029] 实施本发明上述技术方案中的一个技术方案,具有如下优点或有益效果:本发明针对改进的双发模式的休眠时间的加长,会导致发射选通脉冲的时间同步增加,当发射的次数超过一定数量,省电效果就不明显了的不足,通过引入不严格同步的技术,调整设置参数,降低选通脉冲时长,不需要高成本的高精度晶体,大大降低频繁发送数据所需的功耗。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单的介绍,显而易见,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图,附图中:

[0031] 图1是本发明实施例的通信省电方法流程图;

[0032] 图2是本发明实施例的同步选通脉冲帧及选通ACK帧结构图;

[0033] 图3是本发明实施例的通信省电方法的通信流程图;

[0034] 图4是本发明实施例的接收方与发送方数据通信示意图;

[0035] 图5是本发明实施例的原改进的双发模式接收方与发送方数据通信示意图。

具体实施方式

[0036] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,下文将要描述的各种示例性实施例将要参考相应的附图,这些附图构成了示例性实施例的一部分,其中描述了实现本发明可能采用的各种示例性实施例,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本公开相一致的所有实施方式。应明白,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本发明公开的一些方面相一致的装置和方法的例子,还可使用其他的实施例,或者对本文列举的实施例进行结构和功能上

的修改,而不会脱离本发明的范围和实质。在其他情况中,省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明,以免不必要的细节妨碍本实用新型的描述。

[0037] 术语“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0038] 以下实施例仅是一个特例,并不表明本发明就这样一种实现方式。

[0039] 为了说明本发明所述的技术方案,下面通过具体实施例来进行说明。

[0040] 实施例一:

[0041] 如图1所示,一种低功耗无线通信省电方法,包括以下步骤:

[0042] S1、设置同步信标的时隙间隔;

[0043] S2、设置选通脉冲晶体精度;晶体精度范围为: $\pm 10\sim 20\text{ppm}$;

[0044] S3、设置选通脉冲次数;

[0045] S4、设置选通脉冲的通信速率;选通脉冲的通信速率为20kbps;

[0046] S5、将接收方信道划分嗅探时长 t_3 、扫描时长 t_4 及休眠时长 t_5 ,并分别计算其值。

[0047] 具体地,根据现有无线网络的特点和不同情况,上述步骤S1中,同步信标时隙间隔为60000ms、900000ms、1800000ms或3600000ms,同步信标由接收方或发送方在固定时隙间隔发送的用于通信的同步信号。选通脉冲晶体能够通过晶体精度确定同步的最大偏移时间及需要发射的选通脉冲的次数。选通晶体的精度越高其成本越大,晶体精度范围为: $\pm 10\sim 20\text{ppm}$ 。本实施例的一种精度为10ppm晶体,计算不同同步信标间隔的同步时间偏差。同步信标间隔时间为600000ms时,同步时间偏差为 $\pm 6\text{ms}$;同步信标间隔时间为900000ms时,同步时间偏差为 $\pm 9\text{ms}$;同步信标间隔时间为1800000ms时,同步时间偏差为 $\pm 18\text{ms}$;同步信标间隔时间为3600000ms时,同步时间偏差为 $\pm 36\text{ms}$ 。步骤S3中,根据同步信标间隔确定选通脉冲的发送次数,同步信标时隙间隔为60000ms或900000ms时,选通脉冲发送3次;同步信标时隙间隔为1800000ms时,选通脉冲发送5次;同步信标时隙间隔为3600000ms时,选通脉冲发送9次;且每次为一个同步选通脉冲时长 t_1 ;

[0048] 本实施例中,选通脉冲的通信速率优选为20kbps。此通信速率为多次实验与实践总结的最能省电、节能的速率。选通脉冲为发送方周期性发送,由接收方嗅探的通信信号,包括同步选通脉冲帧、同步选通脉冲时长 t_1 及选通ACK时长 t_2 。

[0049] 如图2-3所示,同步选通脉冲帧包括前导码、同步字及选通脉冲有效载荷具体地,前导码、同步字或选通脉冲有效载荷的字节数分别定义为: $24\times 10^{-3}\text{kbp}$ 、 $12\times 10^{-3}\text{kbp}$ 、 $8\times 10^{-3}\text{kbp}$ 。进一步地,前导码发送时长、同步字发送时长及选通脉冲有效载荷发送时长的计算方法如下:

[0050] $t=a*B/v$ (1)

[0051] 其中, t 为前导码、同步字或选通脉冲有效载荷的发送时长, B 为前导码、同步字或选通脉冲有效载荷的字节数, v 为同步选通脉冲的通信速率, a 为系数,此取值为8。

[0052] 本实施例中,同步选通脉冲时长 t_1 为传输一个同步选通脉冲帧所用的时间,选通ACK时长 t_2 为在连续的同步选通脉冲帧之间插入的时隙,且在该时隙内由发送方从接收方接收选通ACK。同步信标采用广播方式,且同步帧载荷长度为 $12\times 10^{-3}\text{kbp}$ 。进一步地,嗅探时长 t_3 包括两次嗅探之间的间隙 t_6 ,嗅探时长 t_3 为收发器在嗅探模式下的运行时间,且嗅探时长 t_3 不大于前导码发送时长。为了省电,需要尽可能增加休眠时间,但是休眠时间的加长,会导致发射的时间同步增加,如果发射的次数超过一定数量,省电效果就不明显了。当

时间参数设置为“前导发送时间” $>$ “嗅探时长 t_3 ”时,如果休眠时间设置为10s,那么发送一次数据帧的过程中需要发射选通脉冲300次,如果发送3次数据帧需要发射选通脉冲900次,如果发送18次数据,需要发射5400次。而当时间参数设置为“前导发送时间” $<$ “扫描sniff循环时间”时,上述发射次数还要加倍,必然会增加耗电。因此,嗅探时长 t_3 不大于前导码发送时长。扫描时长 t_4 为接收方信道扫描检测在其通信范围内传输唤醒选通信号的时长;休眠时长 t_5 为接收方信道停止扫描或收发器停止嗅探的时长,选通脉冲发射次数与同步信标一致。

[0053] 具体地,各时长的计算如下:

[0054] 在20kbps速率情况下,根据公式,24字节的前导码时长为 $24 \times 8 / 20 = 9.6\text{ms}$ 、同步字发送时长为 $12 \times 8 / 20 = 4.8\text{ms}$ 、选通脉冲有效载荷发送时长为 $8 \times 8 / 20 = 3.2\text{ms}$ 。嗅探器硬件发送时长为2ms, t_3 要小于9.6ms,优选为8ms, t_6 则为6ms;同步选通时长 t_1 为前导码、同步字以及选通脉冲有效载荷时长之和, $t_1 = 9.6\text{ms} + 4.8\text{ms} + 3.2\text{ms} = 17.6\text{ms}$; $t_2 = 15.6\text{ms} + 2.4\text{ms} = 18\text{ms}$,2.4ms是发送方接收处理与收发选通ACK的切换时间,选通ACK最长不超过 $39 \times 10^3\text{kbps}$,时长为 $t_6 = 15.6\text{ms}$;由于信道扫描周期 $t_4 > 15.6 + t_2 = 33.6\text{ms}$,优选为 $t_4 = 34\text{ms}$;为了省电,休眠时间优选为 $t_4 = 1000\text{ms}$ 、 5000ms 或 10000ms ;发送一次数据帧同步脉冲时长 $t_7 = (t_6 + t_8) \times T = 168\text{ms}$, T 为选通脉冲发送次数,其值为3、5或9。发送数据帧时长 t_8 优选为52ms。

[0055] 在各参数确定后,通信具体运行步骤,包括:

[0056] S6、将接收方与发送方的收发器设置为嗅探模式;

[0057] S7、发送方持续发送多次选通脉冲;每次时长为同步选通脉冲时长 t_1 与选通ACK时长 t_2 之和;

[0058] S8、接收方在扫描时长 t_4 内周期性嗅探选通脉冲信号;嗅探周期为一个嗅探时长 t_3 ;

[0059] S9、如果接收方在扫描时长 t_4 内没有收到选通脉冲信号,进入休眠状态,超过休眠时长 t_5 后返回步骤S8继续嗅探;

[0060] S10、如果接收方在扫描时长 t_4 内收到选通脉冲信号,发送选通ACK;

[0061] S11、如果发送方在选通ACK时长 t_2 内接收选通ACK,发送数据帧,完成数据通信;

[0062] S12、如果发送方在选通ACK时长 t_2 内未接收选通ACK,在发送次数内发送下一个选通脉冲,返回步骤S8;

[0063] S13、如果选通脉冲的发送次数用完,停止发送,接收方进入休眠状态,待下一个同步信标时限到来唤醒。

[0064] 实施例二:

[0065] 如图4-5,在原改进的双发模式中,通过将连续接收和发射的时间分成几段,并且在每一段都增加休眠过程,以降低功耗。根据测算,当每天多次发送数据时,整体功耗还是比较高,无法达到要求。如果每天只发送1次数据,电池使用时间是能够保证的,如果每天发送3次数据,用3000mAh的电池,使用寿命是 $3000 / 0.025 / 24 / 365 = 13$ 年,而如果每天发送3次数据,转发15次数据,用3000mAh的电池,使用寿命是 $3000 / 0.094 / 24 / 365 = 3.6$ 年。如果每天发送3次以上,电池的使用寿命就有些不够了。

[0066] 对比实施例一中的省电方法,改进的模式数据发送的选通脉冲时长过长,前导发送时间没有严格按照不小于嗅探时长 t_3 的设计,而且没有引入同步信标与选通晶体精度设

计合适的选通脉冲发送次数。

[0067] 实施例三：

[0068] 平均电流计算公式为：

$$I_a = \left(\frac{((t_3 - t_6) * I_r + t_6 * I_s) * (t_4 / t_3) + t_5 * I_s}{t_3 + t_4} \right) * (86400000 - (t_7 - t_2 - t_8) * 18) + (t_1 * I_t * 100 + (t_3 - t_6) * I_r * 200 + t_6 * I_s * 200 + t_2 * I_r + t_8 * I_t) * 18 / 86400000 \quad (2)$$

[0070] 其中，根据设备的参数，休眠电流 $I_s = 1\mu A$ ，接收电流 $I_r = 5mA$ ，发射电流 $I_t = 100mA$ 。

[0071] 具体如下表所示。

发送数据次数	原改进的双发模式	本发明耗电							
		同步信标间隔	省电比例%	同步信标间隔	省电比例%	同步信标间隔 30m	省电比例%	同步信标间隔	省电比例%
	耗电	10m		15m				60m	
1次	0.012	0.015	-25	0.012	0	0.0111	7.5	0.0107	10.83
3次	0.023	0.0132	42.61	0.0123	46.52	0.0114	50.43	0.0112	51.3
18次	0.108	0.0171	84.17	0.0141	86.94	0.0139	87.13	0.0149	86.2

[0074] 按照以上公式，在各参数下，本发明以及原改进的双发模式的平均耗电量，通过对比可以发现，原改进的双发模式在发送数据1次、3次以及18次，选通脉冲发送300次，而本发明最高9次。从省电角度看，本发明信标间隔时间越长，越省电，发送数据越多，越省电。如，在休眠时长 t_5 为10000ms，当发送数据3次时，较原改进的双发模式平均省电47.71%，当发送数据18次时，较原改进的双发模式平均省电86.11%。

[0075] 综上所述，本发明针对改进的双发模式低功率无线通信的高功率、高耗电的不足，通过引入不严格同步的技术，调整设置参数，降低选通脉冲时长，不需要高成本的高精度晶体，通过效果对比，本发明能大大降低频繁发送数据所需的功耗，有效省电。

[0076] 在阅读完本文描述的内容之后，本领域的技术人员应当明白，本文描述的各种特征可通过方法、数据处理系统或计算机程序产品来实现。因此，这些特征可不采用硬件的方式、全部采用软件的方式或者采用硬件和软件结合的方式来表现。此外，上述特征也可采用存储在一种或多种计算机可读存储介质上的计算机程序产品的形式来表现，该计算机可读存储介质中包含计算机可读程序代码段或者指令，其存储在存储介质中。可读存储介质被配置为存储各种类型的数据以支持在装置的操作。可读存储介质可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现。如静硬态盘、随机存取存储器 (SRAM)、电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)、可擦除可编程只读存储器 (EPROM)、可编程只读存储器 (PROM)、只读存储器 (ROM)、光存储设备、磁存储设备、快闪存储器、磁盘或光盘和/或上述设备的组合。

[0077] 以上仅为本发明的较佳实施例而已，本领域技术人员知悉，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，可以对这些特征和实施例进行各种改变或等同替换。另外，在本发明的教导下，可以对这些特征和实施例进行修改以适应具体的情况及材料而不会脱离本发明的

精神和范围。因此,本发明不受此处所公开的具体实施例的限制,所有落入本申请的权利要求范围内的实施例都属于本发明的保护范围。

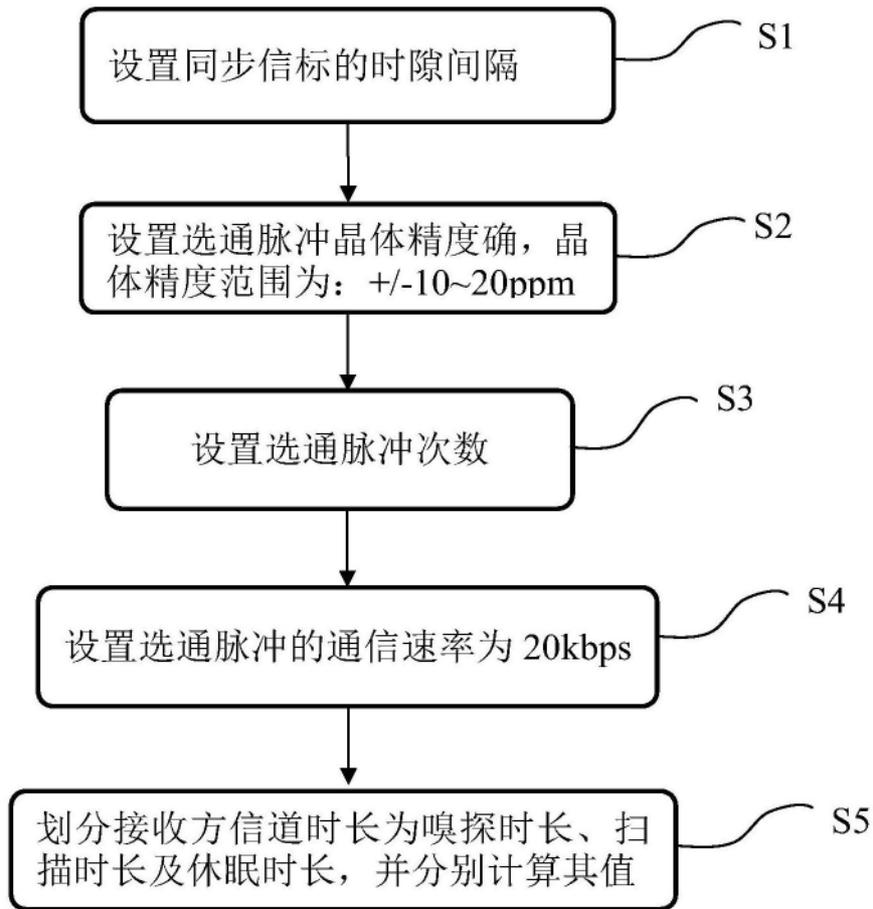


图1

选通帧

八位字节：24	2	1/2	7				2/4
Preamble	Sync	PHR	MHR				MFR
			Frame Control (2)	Sequence (1)	PAN ID (2)	Dest Addr (2)	FCS

选通ACK帧

八位字节：24	2	1/2	7				2/4
Preamble	Sync	PHR	MHR				MFR
			Frame Control (2)	Sequence (1)	PAN ID (2)	Source Addr (2)	FCS

图2

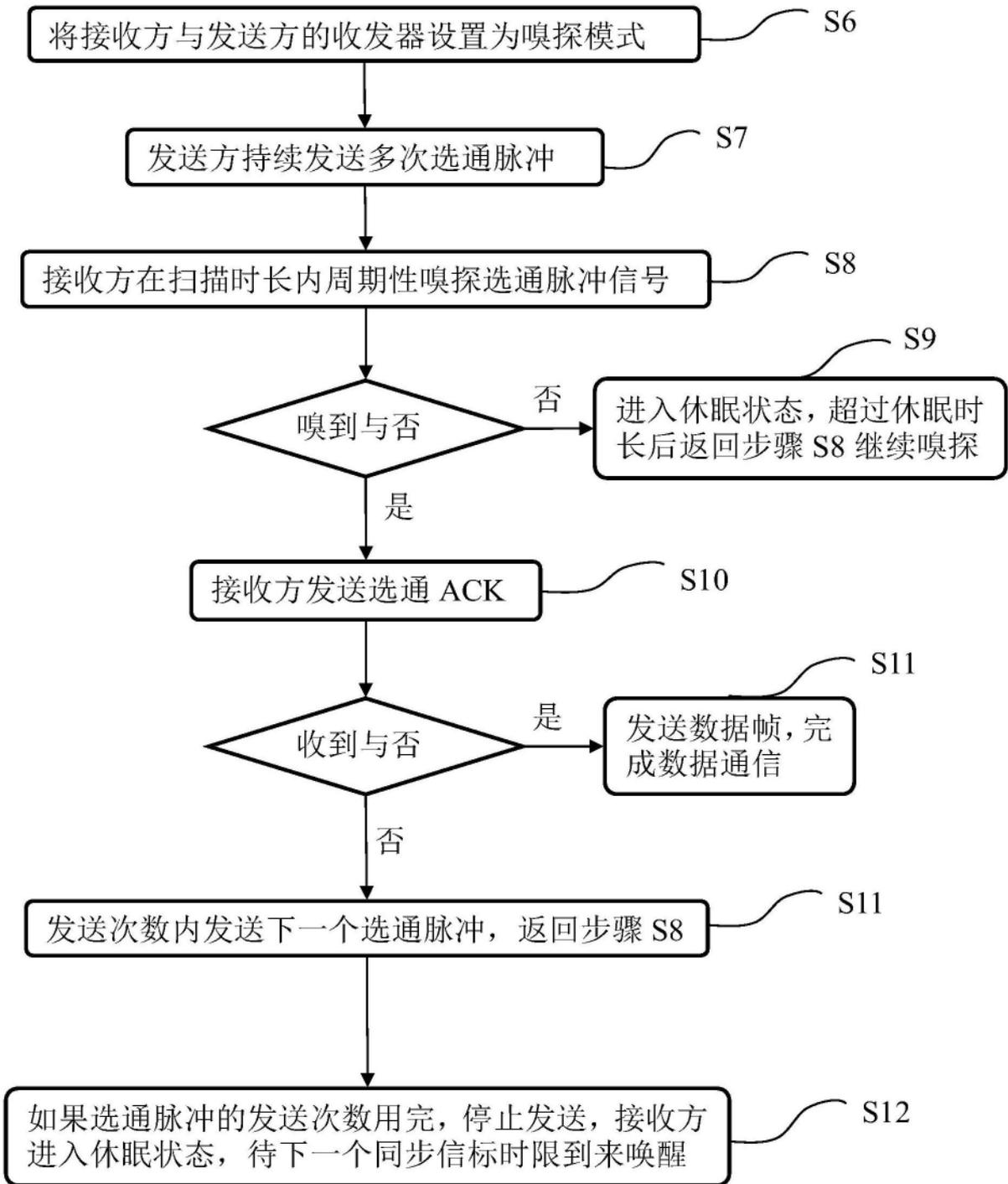


图3

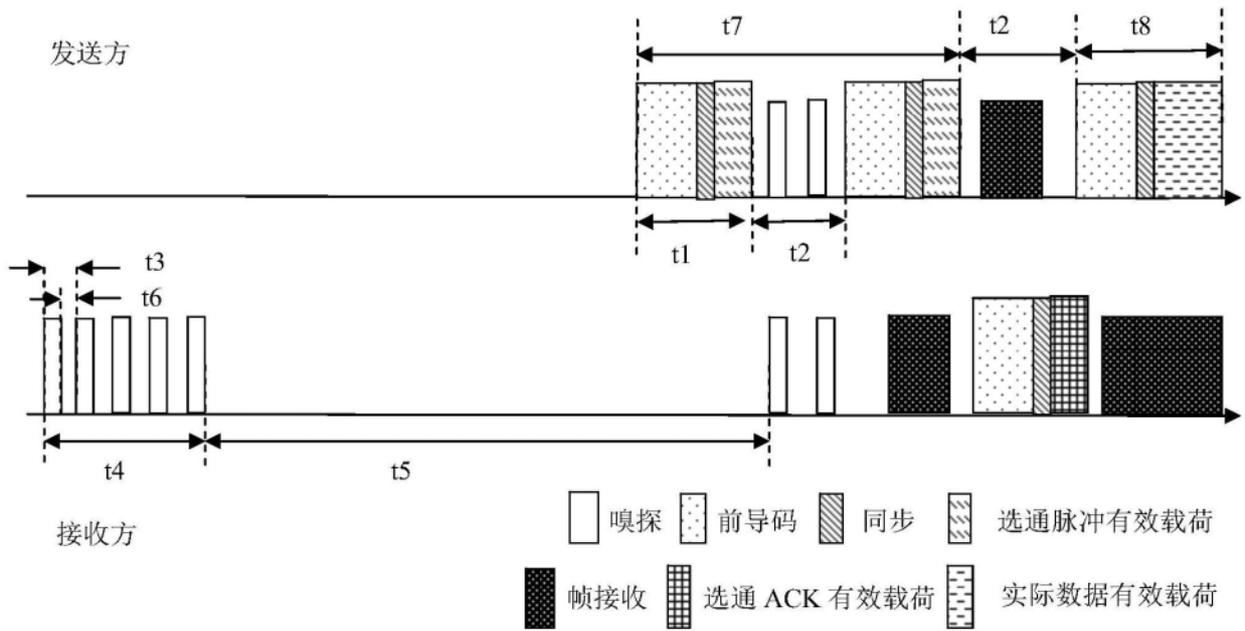


图4

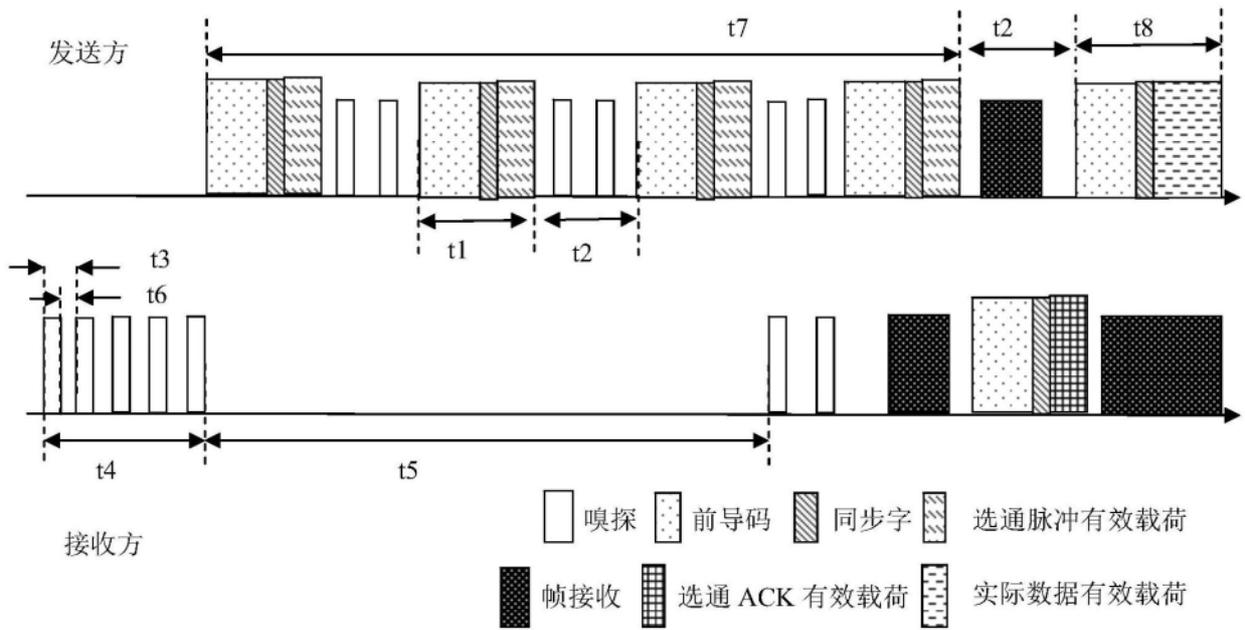


图5