

电子价签系统的通信方法、系统、计算机设备及存储介质

相关申请

本申请要求于 2023 年 08 月 10 日递交的申请号为 202311006499.2 的中国发明专利申
5 请的优先权，并引用上述专利申请公开的全部内容作为本申请的一部分。

技术领域

本申请涉及通信技术领域，具体涉及电子价签系统的通信方法、系统、计算机设备及
存储介质。

10

背景技术

电子价签是一种放置在货架上、可替代传统纸质价格标签的电子显示装置。每一个电
子货架价签(电子价签, Electronic Shelf Label, ESL)通过有线或者无线网络与商场计算机数
据库相连，并将最新的商品价格通过电子货架价签上的屏幕显示出来。电子价签系统是一
15 个包括多个无线基站和多个电子价签的网络系统。

现有的电子价签系统的通信网络是异步网络，即所有的无线访问接入点
(WirelessAccess Point, 基站)之间不同步。虽然异步网络的设计简单，对定时器件的要求较
低，电路设计的要求也较低，但是基于异步网络的通信方法由于信道资源受限，多个基站
需要并发工作的时候，存在互相干扰的问题，降低了电子价签系统的通信稳定性。

20

发明内容

针对现有技术中所存在的不足，本申请提供的电子价签系统的通信方法、系统、计
算机设备及存储介质，解决了现有技术中电子价签系统的通信方法在多基站并发时存在相互
干扰的问题。本申请通过基站之间的网络拓扑结构和确定出的每个同步子网中基站的
25 容纳数构建至少一个同步子网；基于每个基站在相对应同步子网中的偏移量为每个基站
分配在同步信道的同步帧时间。由此，实现了让每个基站发送的同步帧在时间上形成集中
且相邻特征，既保证每个基站都具有各自的同步帧发送时间和数据发送时间，防止多基站
并行出现相互干扰的问题，还可以缩短电子价签的听帧周期，降低电子价签的功耗。

第一方面，本申请提供一种电子价签系统的通信方法，所述电子价签系统包括服务器、
30 多个基站和若干个电子价签，所述方法包括：所述服务器根据预定信号发送周期和同步帧
发送时长，确定每个同步子网中基站的容纳数；所述服务器根据所述基站的容纳数

数和基站之间的网络拓扑结构，将所述多个基站构建成为至少一个同步子网；所述服务器根据每个同步子网中所有基站的相邻关系，配置每个基站在相对应同步子网中的偏移量，使每个基站根据所述偏移量计算出在所述预定信号发送周期中同步帧发送时间；其中，在同一个同步子网中偏移量为 i 的基站发送同步帧的开始时刻为偏移量为 $i-1$ 的基站发送同步帧的结束时刻，同一个同步子网中的最大偏移量为实际基站数+ M ；每个基站根据所述同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧，并根据所述目标同步帧的时间偏移调整本地同步帧的发送时间；其中，每个基站在同步信道的空闲时间和在数据信道的数据帧发送时间相互重叠。

可选地，在每个基站根据所述同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧之后，所述方法还包括：处于失步状态的电子价签在同步信道随机发送同步请求，使接收到所述同步请求的基站发送同步响应信号；所述处于失步状态的电子价签根据所述同步响应信号，计算出在同步信道能接收到所有基站同步帧的开窗时间段；所述处于失步状态的电子价签根据在所述开窗时间段接收到所有同步帧的信号强度获取到同步基站，并根据所述同步基站的同步帧进入同步状态。

可选地，所述处于失步状态的电子价签根据所述同步响应信号，计算出在同步信道能接收到所有基站同步帧的开窗时间段，包括：所述处于失步状态的电子价签根据所述同步响应信号中偏移量为 n 的基站距离下一次发送同步帧的时间偏移量；所述处于失步状态的电子价签根据同步响应信号中包括的最大偏移量，计算出开窗结束时刻；所述处于失步状态的电子价签根据所述开窗开始时刻和所述开窗接收时刻得到在同步信道能接收到所有基站同步帧的开窗时间段。

可选地，所述处于失步状态的电子价签根据所述同步响应信号中偏移量为 n 的基站距离下一次发送同步帧的时间偏移量，计算出开窗开始时刻的计算公式为：

$$T_{k0} = (T_x + offset) - n * t$$

其中， T_{k0} 为开窗开始时刻， n 为同步响应信号中的偏移量， T_x 表示处于失步状态的电子价签接收到所述同步响应信号的时刻， $offset$ 表示同步响应信号中的时间偏移量， $(T_x + offset)$ 为偏移量为 n 的基站发送同步帧的开始时刻， t 为同步帧发送时长。

可选地，所述处于失步状态的电子价签根据同步响应信号中包括的最大偏移量，计算出开窗结束时刻的计算公式为：

$$T_{k1} = (T_x + offset) + (N - n) * t$$

其中， T_{k1} 为开窗结束时刻， N 表示偏移量为 n 的基站所在同步子网中的最大偏移量。

可选地，在每个基站根据所述同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧之后，所述方法还包括：处于失步状态的电子价签在同步信道发送失步心跳，使接收到所述失步心跳的至少一个基站将所述失步心跳和接收到所述失步心跳的信号强度值发送服务器；所述服务器控制接收到所述失步心跳的最大信号强度值的第一目标基站在异步信道发送异步广播；所述处于失步状态的电子价签根据所述异步广播中包括的在最近一个预定信号发送周期中同步帧的发送时刻偏移量，计算出在同步信道能接收到所有基站同步帧的开窗时间段；所述处于失步状态的电子价签根据在所述开窗时间段接收到所有同步帧的信号强度获取到同步基站，并根据所述同步基站的同步帧进入同步状态。

- 10 可选地，所述电子价签在接收同步帧、发送同步请求、接收同步响应信号、接收数据帧、发送失步心跳、接收异步广播和开窗时间段以外的时间处于休眠状态。

可选地，所述同步帧包括同步帧帧号、基站的偏移量、在当前预定信号发送周期中是否有数据帧的指示位、在当前预定信号发送周期中发送数据帧的信道和同步帧帧内的包序号。

- 15 可选地，所述方法还包括：当基站在下一个预定信号发送周期有数据帧发送时，所述基站或服务器从空闲数据信道池中选择一个目标信道作为所述基站发送数据帧的数据信道；将所述目标信道配置在下一个预定信号发送周期的发送同步帧中，使与所述基站同步的多个电子价签根据在所述目标信道接收数据帧；所述基站根据数据帧发送需求释放所述目标信道到所述空闲数据信道池中。

- 20 可选地，在每个基站根据所述同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间之后，所述方法还包括：处于失步状态的基站根据服务器的控制在超过预定信号发送周期的时间段内接收同一门店其他基站发送的同步帧；所述服务器根据所述处于失步状态的基站接收所有同步帧的信号强度，获取待入网的目标同步子网；所述服务器基于所述目标同步子网中的空闲偏移量为所述处于失步状态的基站分配目标偏移量，以及基于所述目标同步子网中的网络拓扑结构为所述处于失步状态的基站分配上级基站；所述处于失步状态基站根据上级基站发送的同步帧和所述目标偏移量加入所述目标同步子网。
- 25

- 可选地，所述服务器基于所述目标同步子网中的空闲偏移量为所述处于失步状态的基站分配目标偏移量，包括：所述服务器判断所述目标同步子网中在最小偏移量到最大偏移量之间是否存在第一空闲偏移量；当存在第一空闲偏移量时，将所述第一空闲偏移量分配给所述处于失步状态的基站。
- 30

可选地，所述方法还包括：当不存在所述第一空闲偏移量时，判断所述最大偏移量是

否等于最大容纳数-1；当不等于所述最大容纳数-1 时，将所述最大偏移量+1 后的第二空闲偏移量分配给所述处于失步状态的基站。

第二方面，本申请提供一种电子价签系统，所述电子价签系统包括服务器、多个基站和若干个电子价签；所述服务器用于根据预定信号发送周期和同步帧发送时长，确定每个同步子网中基站的⁵最大容纳数；所述服务器用于根据所述基站的⁵最大容纳数和基站之间的网络拓扑结构，将所述多个基站构建成为至少一个同步子网；所述服务器用于根据每个同步子网中所有基站的相邻关系，配置每个基站在相对应同步子网中的偏移量，使每个基站根据所述偏移量计算出在所述预定信号发送周期中同步帧发送时间；其中，在同一个同步子网中偏移量为 i 的基站发送同步帧的开始时刻为偏移量为 $i-1$ 的基站发送同步帧的结束时刻，¹⁰ 同一个同步子网中的最大偏移量为实际基站数+ M ；每个基站用于根据所述同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧，并根据所述目标同步帧的时间偏移调整本地同步帧的发送时间；其中，每个基站在同步信道的空闲时间和在数据信道的数据帧发送时间相互重叠。

在本实施例中，所述电子价签用于在听帧周期醒来接收同步基站发送的同步帧，并根据所述同步帧调整本地的本地时间。¹⁵

第三方面，本申请实施例提供一种计算机设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现以下步骤：所述服务器根据预定信号发送周期和同步帧发送时长，确定每个同步子网中基站的²⁰最大容纳数；所述服务器根据所述基站的²⁰最大容纳数和基站之间的网络拓扑结构，将所述多个基站构建成为至少一个同步子网；所述服务器根据每个同步子网中所有基站的相邻关系，配置每个基站在相对应同步子网中的偏移量，使每个基站根据所述偏移量计算出在所述预定信号发送周期中同步帧发送时间；其中，在同一个同步子网中偏移量为 i 的基站发送同步帧的开始时刻为偏移量为 $i-1$ 的基站发送同步帧的结束时刻，同一个同步子网中的最大偏移量为实际基站数+ M ；每个基站根据所述同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使²⁵ 每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧，并根据所述目标同步帧的时间偏移调整本地同步帧的发送时间；其中，每个基站在同步信道的空闲时间和在数据信道的数据帧发送时间相互重叠。

第四方面，本申请实施例提供一种可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现以下步骤：所述服务器根据预定信号发送周期和同步帧发送³⁰ 时长，确定每个同步子网中基站的³⁰最大容纳数；所述服务器根据所述基站的³⁰最大容纳数和基站之间的网络拓扑结构，将所述多个基站构建成为至少一个同步子网；所述服务器根据每个

同步子网中所有基站的相邻关系，配置每个基站在相对应同步子网中的偏移量，使每个基站根据所述偏移量计算出在所述预定信号发送周期中同步帧发送时间；其中，在同一个同步子网中偏移量为 i 的基站发送同步帧的开始时刻为偏移量为 $i-1$ 的基站发送同步帧的结束时刻，同一个同步子网中的最大偏移量为实际基站数+ M ；每个基站根据所述同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧，并根据所述目标同步帧的时间偏移调整本地同步帧的发送时间；其中，每个基站在同步信道的空闲时间和在数据信道的数据帧发送时间相互重叠。

相比于现有技术，本申请具有如下有益效果：

1、本申请通过基站之间的网络拓扑结构和确定出的每个同步子网中基站的容纳数构建成至少一个同步子网；基于每个基站在与该基站相对应的同步子网中的偏移量为每个基站分配在同步信道的同步帧时间、在同步信道的空闲时间接收上级基站的同步帧，以及在数据信道的数据发送时间；并根据上级基站发送的同步帧动态调整本地的同步帧发送时间。从而使电子价签系统中所有基站保持同步状态，并且每个基站都具有各自的同步帧发送时间、同步帧接收时间和数据发送时间，可以有效防止多基站并行出现相互干扰的问题。

2、本申请通过在同一个同步子网中的基站中的偏移量为 i 的基站发送同步帧的开始时刻为偏移量为 $i-1$ 的基站发送同步帧的结束时刻，也就是分配给所有基站的偏移量之间尽量没有空缺。从而让所有基站发送的同步帧在时间上形成集中且相邻特征，可以缩短电子价签的听帧周期，电子价签可以在较短的时间找到最佳同步基站，实现快速低功耗同步。进一步地，电子价签在移动过程中，也可以快速低功耗切换到新的目标基站。

3、本申请中的基站每一次发送数据时都可以灵活选择新的信道发送，从而更加灵活的跳频避免网络中的各种干扰。

附图说明

图 1 所示为本申请实施例提供的一种电子价签系统的通信方法的流程示意图；
图 2 所示为本申请实施例提供的一种电子价签系统的结构示意图；
图 3 所示为本申请实施例提供的一种预定信号发送周期的时序示意图；
图 4 所示为本申请实施例提供的一种同一个同步子网中所有基站的同步帧发送时间的时序关系示意图；
图 5 所示为本申请实施例提供的一种同一个同步子网中所有基站的同步帧发送时间和数据帧发送时间的时序关系示意图；

图 6 所示为本申请实施例提供的一种处于失步状态的电子价签入网示意图；

图 7 所示为本申请实施例提供的另一种处于失步状态的电子价签入网示意图。

具体实施方式

5 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，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，显然，所描述的实施例是本申请的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

第一方面，本申请提供一种电子价签系统的通信方法，具体包括以下实施例：

10 实施例一

图 1 所示为本申请实施例提供的一种电子价签系统的通信方法的流程示意图，如图 1 所示，具体包括以下步骤：

步骤 S101，服务器根据预定信号发送周期和同步帧发送时长，确定每个同步子网中基站的最大容纳数。

15 在本实施例中，如图 2 所示，电子价签系统包括服务器、多个基站和若干个电子价签。服务器通过基站向电子价签发送控制信号或业务数据信号，使电子价签执行相应的操作或更新相应的显示内容。本实施例中的电子价签系统是基于同步网络进行通信。在本实施例中，图 2 中的“价签”就是电子价签的意思。

在本实施例中，如图 3 所示，对于每个基站来说，预定信号发送周期 T 包括基站在同步信道的同步帧发送时间 t_{11} 和在同步信道的空闲时间 t_{12} 。在同步信道的空闲时间 t_{12} 也是基站在数据信道的发送数据帧时间 t_{12} ，同步信道和数据信道不相同。需要说明的是，本实施例中的同步帧发送时间 t_{11} 也是同步帧发送时长，空闲时间 t_{12} 也就是空闲时长，发送数据帧时间 t_{12} 也就是发送数据帧时长。在同步信道的同步帧发送时间 t_{11} 内，基站可以重复多次的发送一个同步帧。但是在多次发送的一个同步帧中的每一个同步帧的包序号不同。价签在接收同步帧信号时只需要接收到其中一个同步帧数据包，通过同步帧数据包中的包序号和同步包长度即可计算出基站发送同步帧时间窗的起点，从而实现精准同步。

25 通过预定信号发送周期 T 除以同步帧发送时长 t_{11} ，可以计算出在一个预定信号发送周期 T 内，可以最大容纳多少个基站依次首尾相连的发送同步帧，也就是确定出在同一个同步子网中基站的最大容纳数。在本实施例中的多个基站组成的同步网络可以包括多个同步子网，每个同步子网的最大容纳数就是根据预定信号发送周期和同步帧发送时长确定出来。

30

步骤 S102, 服务器根据基站的最大容纳数和基站之间的网络拓扑结构, 将多个基站构建成至少一个同步子网。

需要说明的是, 服务器根据多个基站之间的网络拓扑结构, 将多个基站组成一个同步子网或者多个同步子网。每个同步子网都是一个独立的同步网络, 而且每个同步子网中都包括一个主基站和若干个辅基站。将与主基站直接相连的下级基站作为第一级辅基站, 依次类推, 将第 j 级辅基站相连的下一级基站作为第 $j+1$ 级辅基站, $j \geq 1$ 。在本实施例中, 每个同步子网中的基站数量小于或等于基站的最大容纳数。至于如何根据多个基站之间的网络拓扑结构建立一个同步子网或者多个同步子网可以根据实际情况构建, 本申请对此不作赘述。

步骤 S103, 服务器根据每个同步子网中所有基站的相邻关系, 配置每个基站在相对应同步子网中的偏移量, 使每个基站根据偏移量计算出在预定信号发送周期中同步帧发送时间。

在实施例中, 基站在同步子网中的偏移量也就是在该同步子网中基站发送同步帧的顺序, 例如偏移量为 0 的基站在当前预定信号发送周期中作为第一个发送同步帧的基站; 每个基站根据偏移量计算出在预定信号发送周期中同步帧发送时间, 该计算同步帧发送时间的计算公式为: 对应偏移时间位置=基站的偏移量*同步帧发送时长。

如图 4 所示, 在基站偏移量的首次配置时, 位置上具有相邻关系的多个基站在偏移量上配置上也具有相邻且连续的关系, 且偏移量从 0 到 N 依次顺序分配到每个同步子网中的基站, 使分配给所有基站的偏移量之间没有空缺, 让所有基站发送的同步帧在时间上形成集中的相邻的特征。也就是使在同一个同步子网中偏移量为 i 的基站发送同步帧的开始时刻为偏移量为 $i-1$ 的基站发送同步帧的结束时刻。这样既可以保证每个基站具有同步帧的发送时间, 防止多基站并行出现相互干扰的问题, 还可以缩短电子价签的听帧周期, 降低电子价签的功耗。进一步地, 在同一个同步子网中的最大偏移量为实际基站数+ M , M 可以是 $-1, 0, 1, 2$ 等任意整数。也就是说最大偏移量与实际基站总数尽可能相当, 假如实际基站总数为 10, 那么定义的偏移量为 $0 \sim 9$, 或者 $1 \sim 10$, 这样定义的目的是方便对基站偏移量的管理。由此可见, 即使在两个偏移量中间出现空缺, 也只是少量的空缺, 如果有新加入的基站, 会优先用此空缺偏移量分配给新加基站。 M 的取值尽量小, 一般小于等于 2, 这样保证同一个子网内的基站发送同步帧的时间都在一个预定发送周期的前面部分。

步骤 S104, 每个基站根据同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间, 使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧, 并根据目标同步帧的时间偏移调整本地同步帧的发送时间。

在本实施例中，如图 5 所示，对于电子价签系统中的每个基站来说，在一个预定信号发送周期内，除了同步帧发送时间以外的时长都是在同步信道上的空闲时间，且每个基站在同步信道的空闲时间和在数据信道的数据帧发送时间相互重叠。每个基站在空闲时间上接收同一个同步子网中的上级基站发送的同步帧，根据同步帧中的时间偏移动态调整本地的同步帧发送时间，从而使同步网络中每个基站保持同步状态。

进一步地，对于电子价签系统中的每个电子价签来说，受限于价签中电池的容量，为了降低功耗延长电池的寿命，需长时间处于睡眠状态，只有定期的自动醒来接收基站的同步帧或者数据帧，这个定期醒来接收的周期称为听帧周期。当电子价签自动醒来时接收到与之通信的基站发送的同步帧时，会根据同步帧中的时间偏移动态调整电子价签本地的时间，从而使电子价签与同步子网中的基站保持同步状态。

需要说明的是，一个同步帧时间窗内，基站重复发送同步帧数据包，可能重复发送 H 次。价签预定起来接收时间点对齐其中的第 I 包， I 小于 H 。如果价签实际接收到的不是第 I 包，可能小于 I ，那么价签会调整下次休眠时间长度，补齐时间差，期待下一轮接收还对齐第 I 包。当然，如果价签同步在偏移量 i 的基站，实际起来接收的同步帧却是 $i-1$ 的基站的同步帧，价签会根据这个结果稍微短暂休眠，再对齐偏移量 i 的基站发送时间窗再次接收同步帧数据包。如果价签实际接收到的 $i+1$ 的基站的同步帧，价签会根据这个结果休眠一个（预定周期-同步帧长度）时间，下次醒来接收偏移量 i 的基站的下一次同步帧发送信号。

相比于现有技术，本实施例具有如下有益效果：

本申请通过基站之间的网络拓扑结构和确定出的每个同步子网中基站的容纳数构建至少一个同步子网；基于每个基站在相对应同步子网中的偏移量为每个基站分配在同步信道的同步帧时间、在同步信道的空闲时间接收上级基站的同步帧，以及在数据信道的数据发送时间；并根据上级基站发送的同步帧动态调整本地的同步帧发送时间。从而使电子价签系统中所有基站保持同步状态，并且每个基站都具有各自的同步帧发送时间、同步帧接收时间和数据发送时间，可以有效防止多基站并行出现相互干扰的问题。

进一步地，在同一个同步子网中偏移量为 i 的基站发送同步帧的开始时刻为偏移量为 $i-1$ 的基站发送同步帧的结束时刻，也就是分配给所有基站的偏移量之间尽量没有空缺。让所有基站发送的同步帧在时间上形成集中且相邻特征，可以缩短电子价签的听帧周期，降低电子价签的功耗。

实施例二

如图 6 所示，在本实施例中，在每个基站根据同步帧发送时间计算出在同步信道的空

闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧之后，该方法还包括：处于失步状态的电子价签在同步信道随机发送同步请求，使接收到同步请求的基站发送同步响应信号；处于失步状态的电子价签根据同步响应信号，计算出在同步信道能接收到所有基站同步帧的开窗时间段；处于失步状态的电子价签根据在开窗时间段接收到所有同步帧的信号强度获取到同步基站，并根据同步基站的同步帧进入同步状态；以及该同步基站可以是接到同步帧信号强度最大的基站，当信号最强的基站无法注册成功时，也可以改选择其他基站作为同步基站。

进一步地，处于失步状态的电子价签根据同步响应信号，计算出在同步信道能接收到所有基站同步帧的开窗时间段，例如可以包括：处于失步状态的电子价签根据同步响应信号中偏移量为 n 的基站距离下一次发送同步帧的时间偏移量，计算出开窗开始时刻；处于失步状态的电子价签根据同步响应信号中包括的最大偏移量，计算出开窗结束时刻；处于失步状态的电子价签根据开窗开始时刻和开窗结束时刻得到在同步信道能接收到所有基站同步帧的开窗时间段。

需要说明的是，在电子价签系统的实际应用场景中，某个或者多个电子价签会存在位置移动或新入网的情况，或者电子价签自动唤醒的时间过早或或晚的问题，以上情况在本实施例都统称为电子价签处于失步状态。如图 6 所示，在每个基站根据同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧之后也就是所有基站进入同步状态后，在休眠状态醒来后且处于失步状态的电子价签通过在同步信道随机发送上行同步请求的方式获取到基站的同步响应信号。电子价签根据同步响应信号中基站的偏移量和同步网络中的最大偏移量，得到在同步信道能接收到所有基站同步帧的开窗时间段，并且电子价签在开窗时间段醒来后接收所有基站发送的同步帧，并将信号强度最大的基站作为同步基站，在同步基站发送同步帧的时间自动醒来，从而与同步基站保持同步。

在本实施例中，处于失步状态的电子价签根据同步响应信号中偏移量为 n 的基站距离下一次发送同步帧的时间偏移量，计算出开窗开始时刻，该计算该开窗开始时刻的计算公式为：

$$T_{k0} = (T_x + offset) - n * t$$

其中， T_{k0} 为开窗开始时刻， n 为同步响应信号中的偏移量， T_x 表示处于失步状态的电子价签接收到同步响应信号的时刻， $offset$ 表示同步响应信号中的时间偏移量， $(T_x + offset)$ 为偏移量为 n 的基站发送同步帧的开始时刻， t 为同步帧发送时长。

在本实施例中，处于失步状态的电子价签根据同步响应信号中包括的最大偏移量，计

算出开窗结束时刻，该计算开窗结束时刻的计算公式为：

$$T_{k1} = (T_x + offset) + (N - n) * t$$

其中， T_{k1} 为开窗结束时刻， N 表示偏移量为 n 的基站所在同步子网中的最大偏移量， n 和 N 为大于或等于0的正整数。

- 5 需要进一步说明的是，在开窗时间段搜索最强基站信号的同步帧，这个过程可能会经历几个预定信号发送周期才能最终确定，图6中仅展示出了其中一次开窗接收。在这个示例中，可以看到由于多个基站都在同一个同步信道发送同步帧，而且同一个子网的同步帧都尽可能时相邻的，价签开窗搜索最强同步帧信号时可以有明确的开窗时间长度，而且不需要改变接收的频率，所以处于失步状态的电子价签可以很低功耗的完成同步入网。由此
- 10 可知，本实施例中的电子价签可以在较短的时间找到最佳同步基站，实现快速低功耗同步；同时，电子价签在移动过程中，也可以快速低功耗切换到新的目标基站。

实施例三

- 如图7所示，在本实施例中，在每个基站根据同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧之后，该方法
- 15 还包括：处于失步状态的电子价签在同步信道发送失步心跳，使接收到失步心跳的至少一个基站将失步心跳和接收到失步心跳的信号强度值发送服务器；服务器控制接收到失步心跳的最大信号强度值的第一目标基站在异步信道发送异步广播；处于失步状态的电子价签根据异步广播中包括的在最近一个预定信号发送周期中同步帧的发送时刻的偏移量，计算出在同步信道能接收到所有基站同步帧的开窗时间段；处于失步状态的电子价签根据在开
- 20 窗时间段接收到所有同步帧的信号强度获取到同步基站，并根据同步基站的同步帧进入同步状态；该同步基站可以是接到同步帧信号强度最大的基站，当信号最强的基站无法注册成功时，也可以改选择其他基站作为同步基站。

- 需要说明的是，该实施例与实施例二不同的是，在确定所有基站进入同步状态后，无线网络控制中心接收到商品价签发送的心跳，可通知基站在价签异步接收的信道上发送广
- 25 播同步指令，商品价签通过异步接收基站发送的同步指令，里面指示基站的同步帧位置，从而调整自己的接收信号时间窗搜索到同步帧之后，进入同步状态。

- 本实施例中的基站可以在两个子板上按照不同的方式发送信号，子板0保持同步信号发送的周期发送，并接收价签发送的心跳，以及价签可能发送的同步请求等信号；子板1或者其他子板，可以根据需求在价签异步接收的信道上发送广播消息，使得价签可以异步
- 30 接收到指示同步帧时间位置的信号，从而完成同步过程。由于基站接收到一个价签的心跳就可以发送广播，这个广播信号可能被在该基站覆盖范围下面的所有异步接收信道相同的

价签都收到，从而实现一个群体快速同步的过程。

在本实施例中，电子价签在接收同步帧、发送同步请求、接收同步响应信号、接收数据帧、发送失步心跳、接收异步广播和开窗时间段以外的时间处于休眠状态。由此可以说，本申请提供的电子价签系统的通信方法使处于失步以后的电子价签能在明确的开窗时间

5

实施例四

在本实施例中，同步帧包括同步帧帧号、基站的偏移量、在当前预定信号发送周期中是否有数据帧的指示位、在当前预定信号发送周期中发送数据帧的信道和同步帧帧内的包序号。

10

在本实施例中，方法还包括：当基站在下一个预定信号发送周期有数据帧发送时，基站或服务器从空闲数据信道池中选择一个目标信道作为基站发送数据帧的数据信道；将目标信道配置在下一个预定信号发送周期的发送同步帧中，使与基站同步的多个电子价签根据在目标信道接收数据帧；以及基站根据数据帧发送需求释放目标信道到空闲数据信道池中。

15

需要说明的是，每一次数据帧发送之前，同步帧里面会有指示位，包括指示后续有无数据帧和指示后续数据帧使用的信道。因此，在没有业务数据发送时，同步帧中指示此帧后续无数据，电子价签接收到这个同步帧后直接进入休眠，可以进一步电子价签的降低功耗。

如果有业务数据发送时，同步帧中指示此帧后续有数据以及使用哪个信道发送数据，商品价签接收到这个同步帧后按照指示信道继续接收后续的数据。于是，每个基站在每一次发送数据时，都可以使用不同的信道工作。多个基站的并行工作时，例如也可以利用信道分配算法进行合理分配得到每一次工作的信道，最大限度使得多基站之间的干扰得到规避，并行度得到提高。在本实施例中，基站根据数据帧发送需求，确定是否释放该信道资源，例如可以在连续使用多个预定信号发送周期，或者一个周期后释放该信道资源。

20

25

实施例五

在本实施例中，该方法还包括：处于失步状态的基站根据服务器的控制在超过预定信号发送周期的时间段内接收同一门店其他基站发送的同步帧；服务器根据处于失步状态的基站接收所有同步帧的信号强度，获取待入网的目标同步子网；服务器基于目标同步子网中的空闲偏移量为处于失步状态的基站分配目标偏移量，以及基于目标同步子网中的网络拓扑结构为处于失步状态的基站分配上级基站；以及处于失步状态基站根据上级基站发送的同步帧和目标偏移量加入目标同步子网。

30

需要说明的是，本实施例中基站的失步状态可能是基站移动位置或新增基站后该基站的状态，处于失步状态的基站根据服务器的控制，在超过预定同步帧发送周期的时间长度，同一门店其他基站发送的同步帧，根据接收到所有同步帧的强度值判断出待入网的目标同步子网，该处于失步状态的基站接收目标同步子网中基站发送的同步帧的强度值超过预设

5 阈值的基站数量最多；进一步地，服务器判断目标同步子网中在 0 到最大偏移量之间是否存在第一空闲偏移量，当存在第一空闲偏移量时，将第一空闲偏移量分配给处于失步状态的基站；当不存在第一空闲偏移量时，判断最大偏移量是否等于最大容纳数-1，当不等于最大容纳数-1 时，将最大偏移量+1 后的第二空闲偏移量分配给处于失步状态的基站；当等于最大容纳数-1 时，将同步帧的强度值超过预设阈值的基站数据次多的同步子网作为处

10 于失步状态的下一个目标同步子网，根据上述寻找空闲偏移量的方式在该同步子网中为处于失步状态的基站分配偏移量。在本实施例中，如果失步基站没有接收到任何其他同门店的基站同步信号，说明该门店只有这一个基站，此时服务器控制该基站成为主基站，直接发送同步帧信号，进入同步状态；另外，所有基站都处于失步状态时，可以根据实际情况进行初始同步网络的建立。

15 进一步地，根据目标同步子网的网络拓扑结构为处于失步状态的基站分配上级基站和/或下级基站，从而根据上级基站发送的同步帧调整本地的本地时间，以及根据目标偏移量得到本地同步帧的发送时间，从而使处于失步状态的基站完成同步入网，并与上级基站保持同步状态。

第二方面，本申请提供一种电子价签系统，电子价签系统包括服务器、多个基站和若

20 干个电子价签；

服务器用于根据预定信号发送周期和同步帧发送时长，确定每个同步子网中基站的最大容纳数；

服务器用于根据基站的最大容纳数和基站之间的网络拓扑结构，将多个基站构建成为至少一个同步子网；

25 服务器用于根据每个同步子网中所有基站的相邻关系，配置每个基站在相对应同步子网中的偏移量，使每个基站根据偏移量计算出在预定信号发送周期中同步帧发送时间；其中，在同一个同步子网中偏移量为 i 的基站发送同步帧的开始时刻为偏移量为 $i-1$ 的基站发送同步帧的结束时刻，同一个同步子网中的最大偏移量为实际基站数+ M ；以及

每个基站用于根据同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步

30 信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧，并根据目标同步帧的时间偏移调整本地同步帧的发送时间；其中，每个基站在同步信道的空闲时间和在数据信道的数据帧发送时

间相互重叠。

在本实施例中，电子价签用于在听帧周期醒来接收同步基站发送的同步帧，并根据同步帧调整本地的本地时间。

第三方面，本申请实施例提供一种计算机设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，处理器执行计算机程序时实现以下步骤：服务器根据预定信号发送周期和同步帧发送时长，确定每个同步子网中基站的⁵最大容纳数；服务器根据基站的¹⁰最大容纳数和基站之间的网络拓扑结构，将多个基站构建¹⁵成至少一个同步子网；服务器根据每个同步子网中所有基站的相邻关系，配置每个基站在相对应同步子网中的偏移量，使每个基站根据偏移量计算出在预定信号发送周期中同步帧发送时间；其中，在同一个同步子网中偏移量为 i 的基站发送同步帧的开始时刻为偏移量为 $i-1$ 的基站发送同步帧的结束时刻，同一个同步子网中的最大偏移量为实际基站数 $+M$ ；每个基站根据同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧，并根据目标同步帧的时间偏移调整本地同步帧的发送时间；其中，每个基站在同步信道的空闲时间和在数据信道的数据帧发送时间相互重叠。

第四方面，本申请实施例提供一种可读存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现以下步骤：服务器根据预定信号发送周期和同步帧发送时长，确定每个同步子网中基站的¹⁵最大容纳数；服务器根据基站的²⁰最大容纳数和基站之间的网络拓扑结构，将多个基站构建²⁵成至少一个同步子网；服务器根据每个同步子网中所有基站的相邻关系，配置每个基站在相对应同步子网中的偏移量，使每个基站根据偏移量计算出在预定信号发送周期中同步帧发送时间；其中，在同一个同步子网中偏移量为 i 的基站发送同步帧的开始时刻为偏移量为 $i-1$ 的基站发送同步帧的结束时刻，同一个同步子网中的最大偏移量为实际基站数 $+M$ ；每个基站根据同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧，并根据目标同步帧的时间偏移调整本地同步帧的发送时间；其中，每个基站在同步信道的空闲时间和在数据信道的数据帧发送时间相互重叠。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，以上程序可存储于一非易失性计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用，均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器（ROM）、可编程 ROM（PROM）、电可编程 ROM（EPROM）、电可擦除可编程 ROM（EEPROM）或闪存。易失性存储器可包括随机存

取存储器 (RAM) 或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限, RAM 以多种形式可得, 诸如静态 RAM (SRAM)、动态 RAM (DRAM)、同步 DRAM (SDRAM)、双数据率 SDRAM (DDRSDRAM)、增强型 SDRAM (ESDRAM)、同步链路 (Synchlink) DRAM (SLDRAM)、存储器总线 (Rambus) 直接 RAM (RDRAM)、直接存储器总线动态 RAM (DRDRAM)、以及存储器总线动态 RAM (RDRAM) 等。

需要说明的是, 在本文中, 诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来, 而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间有任何这种实际的关系或者顺序。而且, 术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含, 从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素, 而且还包括没有明确列出的其他要素, 或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下, 由语句“包括一个……”限定的要素, 并不排除在包括要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

权利要求书

- 1、一种电子价签系统的通信方法，其特征在于，所述电子价签系统包括服务器、多个基站和若干个电子价签，所述方法包括：
所述服务器根据预定信号发送周期和同步帧发送时长，确定每个同步子网中基站的
5 最大容纳数；
所述服务器根据所述基站的最大容纳数和基站之间的网络拓扑结构，将所述多个基站构建成至少一个同步子网；
所述服务器根据每个同步子网中所有基站的相邻关系，配置每个基站在相对应同步子网中的偏移量，使每个基站根据所述偏移量计算出在所述预定信号发送周期中同步帧发送
10 时间；其中，在同一个同步子网中偏移量为 i 的基站发送同步帧的开始时刻为偏移量为 $i-1$ 的基站发送同步帧的结束时刻，同一个同步子网中的最大偏移量为实际基站数+ M ；以及
每个基站根据所述同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧，并根据所述目标同步帧的时间偏移调整本地同步帧的发送时间；其中，每个基站在同步信道的空闲时间和在数据信道的数据帧发
15 送时间相互重叠。
- 2、如权利要求 1 所述的电子价签系统的通信方法，其特征在于，在每个基站根据所述同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧之后，所述方法还包括：
处于失步状态的电子价签在同步信道随机发送同步请求，使接收到所述同步请求的基
20 站发送同步响应信号；
所述处于失步状态的电子价签根据所述同步响应信号，计算出在同步信道能接收到所有基站同步帧的开窗时间段；以及
所述处于失步状态的电子价签根据在所述开窗时间段接收到所有同步帧的信号强度获取到同步基站，并根据所述同步基站的同步帧进入同步状态。
- 25 3、如权利要求 2 所述的电子价签系统的通信方法，其特征在于，所述处于失步状态的电子价签根据所述同步响应信号，计算出在同步信道能接收到所有基站同步帧的开窗时间段，包括：
所述处于失步状态的电子价签根据所述同步响应信号中偏移量为 n 的基站距离下一次发送同步帧的时间偏移量，计算出开窗开始时刻；
30 所述处于失步状态的电子价签根据同步响应信号中包括的最大偏移量，计算出开窗结

束时刻；以及

所述处于失步状态的电子价签根据所述开窗开始时刻和所述开窗结束时刻得到在同步信道能接收到所有基站同步帧的开窗时间段。

- 4、如权利要求 3 所述的电子价签系统的通信方法，其特征在于，所述处于失步状态的电子价签根据所述同步响应信号中偏移量为 n 的基站距离下一次发送同步帧的时间偏移量，计算出开窗开始时刻的计算公式为：

$$T_{k0} = (T_x + offset) - n * t$$

- 其中， T_{k0} 为开窗开始时刻， n 为同步响应信号中的偏移量， T_x 表示处于失步状态的电子价签接收到所述同步响应信号的时刻， $offset$ 表示同步响应信号中的时间偏移量， $(T_x + offset)$ 为偏移量为 n 的基站发送同步帧的开始时刻， t 为同步帧发送时长。

5、如权利要求 3 所述的电子价签系统的通信方法，其特征在于，所述处于失步状态的电子价签根据同步响应信号中包括的最大偏移量，计算出开窗结束时刻的计算公式为：

$$T_{k1} = (T_x + offset) + (N - n) * t$$

- 其中， T_{k1} 为开窗结束时刻， N 表示偏移量为 n 的基站所在同步子网中的最大偏移量， n 为同步响应信号中的偏移量， T_x 表示处于失步状态的电子价签接收到所述同步响应信号的时刻， $offset$ 表示同步响应信号中的时间偏移量， t 为同步帧发送时长。

6、如权利要求 1 所述的电子价签系统的通信方法，其特征在于，在每个基站根据所述同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧之后，所述方法还包括：

- 20 处于失步状态的电子价签在同步信道发送失步心跳，使接收到所述失步心跳的至少一个基站将所述失步心跳和接收到所述失步心跳的信号强度值发送服务器；

所述服务器控制接收到所述失步心跳的最大信号强度值的第一目标基站在异步信道发送异步广播；

- 25 所述处于失步状态的电子价签根据所述异步广播中包括的在最近一个预定信号发送周期中同步帧的发送时刻偏移量，计算出在同步信道能接收到所有基站同步帧的开窗时间段；以及

所述处于失步状态的电子价签根据在所述开窗时间段接收到所有同步帧的信号强度获取到同步基站，并根据所述同步基站的同步帧进入同步状态。

- 7、如权利要求 1-6 任一项所述的电子价签系统的通信方法，其特征在于，所述电子价签在接收同步帧、发送同步请求、接收同步响应信号、接收数据帧、发送失步心跳、接收异步广播和开窗时间段以外的时间处于休眠状态。

8、如权利要求 1-6 任一项所述的电子价签系统的通信方法，其特征在于，所述同步帧包括同步帧帧号、基站的偏移量、在当前预定信号发送周期中是否有数据帧的指示位、在当前预定信号发送周期中发送数据帧的信道和同步帧帧内的包序号。

9、如权利要求 8 所述的电子价签系统的通信方法，其特征在于，所述方法还包括：

5 当基站在下一个预定信号发送周期有数据帧发送时，所述基站或服务器从空闲数据信道池中选择一个目标信道作为所述基站发送数据帧的数据信道；

 将所述目标信道配置在下一个预定信号发送周期的发送同步帧中，使与所述基站同步的多个电子价签根据在所述目标信道接收数据帧；以及

 所述基站根据数据帧发送需求释放所述目标信道到所述空闲数据信道池中。

10 10、如权利要求 1 所述的电子价签系统的通信方法，其特征在于，在每个基站根据所述同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间之后，所述方法还包括：

 处于失步状态的基站根据服务器的控制在超过预定信号发送周期的时间段内接收同一门店其他基站发送的同步帧；

 所述服务器根据所述处于失步状态的基站接收所有同步帧的信号强度，获取待入网的目标同步子网；其中，所述处于失步状态的基站接收所述目标同步子网中基站发送的同步帧的强度值超过预设阈值的基站数量最多；

 所述服务器基于所述目标同步子网中的空闲偏移量为所述处于失步状态的基站分配目标偏移量，以及基于所述目标同步子网中的网络拓扑结构为所述处于失步状态的基站分配上级基站；

20 所述处于失步状态基站根据上级基站发送的同步帧和所述目标偏移量加入所述目标同步子网。

 11、如权利要求 10 所述的电子价签系统的通信方法，其特征在于，所述服务器基于所述目标同步子网中的空闲偏移量为所述处于失步状态的基站分配目标偏移量，包括：

 所述服务器判断所述目标同步子网中在最小偏移量到最大偏移量之间是否存在第一空闲偏移量；以及

 当存在第一空闲偏移量时，将所述第一空闲偏移量分配给所述处于失步状态的基站。

 12、如权利要求 11 所述的电子价签系统的通信方法，其特征在于，所述方法还包括：

 当不存在所述第一空闲偏移量时，判断所述最大偏移量是否等于最大容纳数-1；以及

30 当不等于所述最大容纳数-1 时，将所述最大偏移量+1 后的第二空闲偏移量分配给所述处于失步状态的基站。

 13、一种电子价签系统，其特征在于，所述电子价签系统包括服务器、多个基站和若

若干个电子价签；

所述服务器用于根据预定信号发送周期和同步帧发送时长，确定每个同步子网中基站的最大容纳数；

所述服务器用于根据所述基站的最大容纳数和基站之间的网络拓扑结构，将所述多个
5 基站构建成为至少一个同步子网；

所述服务器用于根据每个同步子网中所有基站的相邻关系，配置每个基站在相对应同步子网中的偏移量，使每个基站根据所述偏移量计算出在所述预定信号发送周期中同步帧发送时间；其中，在同一个同步子网中偏移量为 i 的基站发送同步帧的开始时刻为偏移量为 $i-1$ 的基站发送同步帧的结束时刻，同一个同步子网中的最大偏移量为实际基站数+ M ；

10 以及

每个基站用于根据所述同步帧发送时间计算出在同步信道的空闲时间，使每个基站在同步信道的空闲时间接收上级基站发送的目标同步帧，并根据所述目标同步帧的时间偏移调整本地同步帧的发送时间；其中，每个基站在同步信道的空闲时间和在数据信道的数据帧发送时间相互重叠。

15 14、如权利要求 13 所述的电子价签系统，其特征在于，所述电子价签用于在听帧周期醒来接收同步基站发送的同步帧，并根据所述同步帧调整本地的本地时间。

15、一种计算机设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求 1 至 12 中任一项所述方法的步骤。

20 16、一种可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求 1 至 12 中任一项所述方法的步骤。