



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113709855 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 01

(21) 申请号 202110991626.3

H04B 17/10 (2015.01)

(22) 申请日 2021.08.26

H04B 17/309 (2015.01)

H04W 84/18 (2009.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113709855 A

(43) 申请公布日 2021.11.26

(73) 专利权人 南京邮电大学

地址 210003 江苏省南京市栖霞区亚新城文苑路9号

(72) 发明人 赵娟 吴晓欢 朱卫平

(74) 专利代理机构 南京正联知识产权代理有限公司 32243

专利代理师 王素琴

(56) 对比文件

CN 113163325 A, 2021.07.23

CN 112332548 A, 2021.02.05

CN 111010219 A, 2020.04.14

CN 103596251 A, 2014.02.19

CN 110278017 A, 2019.09.24

CN 105517097 A, 2016.04.20

周儒雅等. 基于可重构智能表面的移动通信简要综述.《移动通信》.2020, (第06期),

审查员 朱倩

(51) Int. Cl.

H04W 52/24 (2009.01)

H04W 52/34 (2009.01)

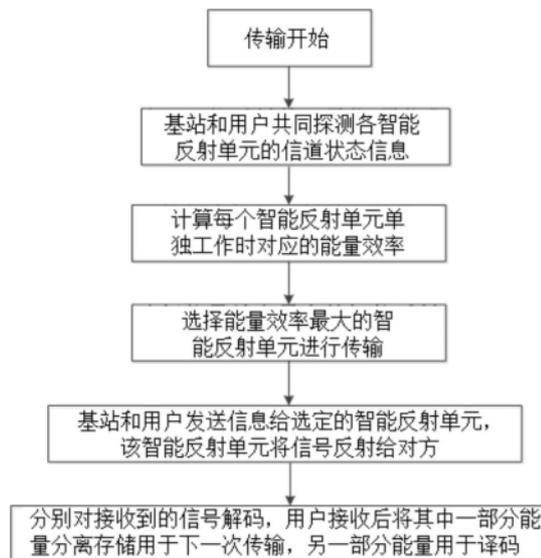
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法

(57) 摘要

本发明提供一种基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,应用于物联网系统,物联网系统包括基站、用户和多个智能反射单元,基站、智能反射单元和用户以全双工模式在同一频段工作,双向选择控制器将考虑能量吸收情况下能量效率最大的智能反射单元作为选定的智能反射单元,基站与用户通过选定的智能反射单元协作通信;基站和用户同时向选定的智能反射单元发射信号,在信号到达智能反射单元上进行相应的反射,反射后的信号到达对方节点,进而解码出所需要的信息,用户接收后将其中一部分能量分离存储用于下一次传输,另一部分能量用于译码;本发明能够显著提升物联网的无线通信性能,并提高物联网系统的无线充电性能。



1. 一种基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,应用于物联网系统,物联网系统包括基站、用户设备和多个智能反射单元,其特征在于:基站、智能反射单元和用户设备以全双工模式在同一频段工作,双向选择控制器将考虑能量吸收情况下能量效率最大的智能反射单元作为选定的智能反射单元,基站与用户设备通过选定的智能反射单元协作通信;基站和用户设备同时向选定的智能反射单元发射信号,在信号到达智能反射单元上时进行相应的反射,反射后的信号到达对方节点,进而解码出所需要的信息,用户设备接收后将其中一部分能量分离存储用于下一次传输,另一部分能量用于译码;包括以下步骤,

S1、基站和用户设备共同探测各智能反射单元的信道状态信息,包括基站到每个智能反射单元的无线信道系数、每个智能反射单元到用户设备的无线信道系数、用户设备到每个智能反射单元的无线信道系数、每个智能反射单元到基站的无线信道系数、基站的发射功率和每个智能反射单元的无线能量收集的转换效率、用户设备的无线能量收集的转换效率;

S2、根据得到的信道状态信息,计算考虑能量吸收情况下每个智能反射单元单独工作时对应的能量效率;步骤S2中,计算考虑能量吸收情况下每个智能反射单元单独工作时对应的能量效率,具体为,能量效率是由基站通过智能反射单元到用户设备的无线通信的数据传输速率与用户设备到该智能反射单元到基站的无线通信的数据传输速率的和除以基站的发射功率所得值;

S3、根据计算结果,选择能量效率最大的智能反射单元进行传输,其他智能反射单元休眠;

S4、基站和用户设备发送信息给选定的智能反射单元,该智能反射单元将信号反射给对方;

S5、分别对接收到的信号解码,用户设备接收后将其中一部分能量分离存储用于下一次传输,另一部分能量用于译码。

2. 如权利要求1所述的基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,其特征在于:基站通过智能反射单元到用户设备的数据传输速率为:

$$R_{1,k} = \log_2 \left(1 + p_s \frac{|h_{1,k} g_{1,k}|^2}{\sigma_1^2} \right),$$

其中 p_s 是基站的发射功率, $h_{1,k}$ 是基站到第k个智能反射单元的无线信道系数, $g_{1,k}$ 是第k个智能反射单元到用户设备的无线信道系数, σ_1^2 是用户设备作为接收机收到的噪声方差。

3. 如权利要求1所述的基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,其特征在于:用户设备通过智能反射单元到基站的数据传输速率为:

$$R_{2,k} = \log_2 \left(1 + p_u \frac{|h_{2,k} g_{2,k}|^2}{\sigma_b^2} \right),$$

其中 p_u 是用户设备通过无线能量收集功能获得的发射功率, $h_{2,k}$ 是用户设备到第k个智能反射单元的无线信道系数, $g_{2,k}$ 是第k个智能反射单元到基站的无线信道系数, σ_b^2 是基站作为接收机收到的噪声的方差。

4. 如权利要求1所述的基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方

法,其特征在于:用户设备无电源供电,从接收电磁波中吸收能量,转化储存用于下一时隙发送能量。

5.如权利要求1-4任一项所述的基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,其特征在于:双向选择控制器包括通信模块、控制模块、能效计算模块和数据存储模块,

通信模块:完成基站的发射机信号处理、用户设备的发射机信号处理、基站的接收机信号处理及用户设备的接收机信号处理;

控制模块:控制整个物联网系统的时刻同步,依据能效计算模块计算结果,将考虑能量吸收情况下能量效率最大的智能反射单元作为选定的智能反射单元,控制该智能反射单元处于工作状态,并关闭其他所有智能反射单元;

能效计算模块:根据计算公式,计算每个智能反射单元对应的基站和用户设备两个方向的整体能量效率;

数据存储模块:存储来自能效计算模块的每个智能反射单元对应的能量效率数值,存储基站到每个智能反射单元的无线信道系数,存储每个智能反射单元到用户设备的无线信道系数,存储用户设备到每个智能反射单元的无线信道系数,存储每个智能反射单元到基站的无线信道系数,存储基站的发射功率,存储每个智能反射的无线能量收集的转换效率系数,存储用户设备的无线能量收集的转换效率系数。

6.如权利要求5所述的基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,其特征在于:在用户设备端配置第一无线能量收集模块,第一无线能量收集模块:存储用户设备无线收集到的能量,用于用户设备的无线充电。

7.如权利要求5所述的基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,其特征在于:物联网系统还包括第二无线能量收集模块,第二无线能量收集模块:存储每个智能反射单元的无线收集到的能量,用于给选择出来的智能反射单元的无线充电。

8.如权利要求5所述的基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,其特征在于:双向选择控制器设于基站、用户设备端或单独设置。

基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法。

背景技术

[0002] 现有的物联网在使用时,存在一些节点不具备持续供电能力,因此需要通过其他方式进行供电,如使用电池等方式,这种方式下,需要定期更换。为实现持续供电且不依赖有线的传输媒介,无线能量传输技术近年来得到了极大的发展。目前无线能量传输主要通过三种方式:电磁感应式、电磁共振式和电磁辐射式。其中,电磁辐射式属于远场无线能量传输技术,传输距离最远,可达到数千米。但是传输效率低,且点对点传输要求不能有障碍。

[0003] 例如,中国专利CN201620368804.1公开了一种无线充电装置、无线通信装置和无线通信系统,无线充电装置,通过将无线射频信号转换为电能为无线通信装置供电。但该专利没有公开智能反射表面的多个智能反射单元中,进行双向无线通信时,如何进行选择以实现较高传输效率。

[0004] 上述问题是在物联网的无线通信与无线充电选择过程中应当予以考虑并解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,能够在无线充电的物联网中,提升单位能量消耗的传输能力,进而保证物联网系统高效工作,解决现有技术中存在的物联网中能量传输能力低,难以保证高效工作的问题。

[0006] 本发明的技术解决方案是:

[0007] 一种基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,应用于物联网系统,物联网系统包括基站、用户和多个智能反射单元,基站、智能反射单元和用户以全双工模式在同一频段工作,双向选择控制器将考虑能量吸收情况下能量效率最大的智能反射单元作为选定的智能反射单元,基站与用户通过选定的智能反射单元协作通信;基站和用户同时向选定的智能反射单元发射信号,在信号到达智能反射单元上进行相应的反射,反射后的信号到达对方节点,进而解码出所需要的信息,用户接收后将其中一部分能量分离存储用于下一次传输,另一部分能量用于译码。

[0008] 进一步地,包括以下步骤,

[0009] S1、基站和用户共同探测各智能反射单元的信道状态信息,包括基站到每个智能反射单元的无线信道系数、每个智能反射单元到用户的无线信道系数、用户到每个智能反射单元的无线信道系数、每个智能反射单元到基站的无线信道系数、基站的发射功率、每个智能反射单元的无线能量收集的转换效率、用户的无线能量收集的转换效率;

[0010] S2、根据得到的信道状态信息,计算考虑能量吸收情况下每个智能反射单元单独工作时对应的能量效率;

[0011] S3、根据计算结果,选择能量效率最大的智能反射单元进行传输,其他智能反射单元休眠;

[0012] S4、基站和用户发送信息给选定的智能反射单元,该智能反射单元将信号反射给对方;

[0013] S5、分别对接收到的信号解码,用户接收后将其中一部分能量分离存储用于下一次传输,另一部分能量用于译码。

[0014] 进一步地,步骤S2中,计算考虑能量吸收情况下每个智能反射单元单独工作时对应的能量效率,具体为,能量效率由基站通过智能反射单元到用户的无线通信的数据传输速率与用户到该智能反射单元到基站的无线通信的数据传输速率的和除以基站的发射功率所得值。

[0015] 进一步地,基站通过智能反射单元到用户的数据传输速率为:

$$R_{1,k} = \log_2 \left(1 + p_s \frac{|h_{1,k} g_{1,k}|^2}{\sigma_1^2} \right),$$

其中 p_s 是基站的发射功率, $h_{1,k}$ 是基站到第 k 个智能反射单元的无线信道系数, $g_{1,k}$ 是第 k 个智能反射单元到用户的无线信道系数, σ_1^2 是用户作为接收机收到的噪声方差;

[0016] 进一步地,用户通过智能反射单元到基站的数据传输速率为:

$$R_{2,k} = \log_2 \left(1 + p_u \frac{|h_{2,k} g_{2,k}|^2}{\sigma_b^2} \right),$$

其中 p_u 是用户通过无线能量收集功能获得的发射功率, $h_{2,k}$ 是用户到第 k 个智能反射单元的无线信道系数, $g_{2,k}$ 是第 k 个智能反射单元到基站的无线信道系数, σ_b^2 是基站作为接收机收到的噪声的方差。

[0017] 进一步地,用户无电源供电,从接收电磁波中吸收能量,转化储存用于下一时隙发送能量。

[0018] 进一步地,双向选择控制器包括通信模块、控制模块、能效计算模块和数据存储模块,

[0019] 通信模块:完成基站的发射机信号处理、用户的发射机信号处理、基站的接收机信号处理、用户的接收机信号处理;

[0020] 控制模块:控制整个物联网系统的时刻同步,依据能效计算模块计算结果,将考虑能量吸收情况下能量效率最大的智能反射单元作为选定的智能反射单元,控制该智能反射单元处于工作状态,并关闭其他所有智能反射单元;

[0021] 能效计算模块:根据计算公式,计算每个智能反射单元对应的基站和用户两个方向的整体能量效率;

[0022] 数据存储模块:存储来自能效计算模块的每个智能反射单元对应的能量效率数值,存储基站到每个智能反射单元的无线信道系数,存储每个智能反射单元到用户的无线信道系数,存储用户到每个智能反射单元的无线信道系数,存储每个智能反射单元到基站的无线信道系数,存储基站的发射功率,存储每个智能反射的无线能量收集的转换效率系

数,存储用户的无线能量收集的转换效率系数。

[0023] 进一步地,在用户端配置第一无线能量收集模块,第一无线能量收集模块:存储用户无线收集到的能量,用于用户的无线充电。

[0024] 进一步地,物联网系统还包括第二无线能量收集模块,第二无线能量收集模块:存储每个智能反射单元的无线收集到的能量,用于给选择出来的智能反射单元的无线充电。

[0025] 进一步地,双向选择控制器设于基站、用户端或单独设置。

[0026] 本发明的有益效果是:该种基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,从多个双向智能反射单元中选择一个能量效率最优的双向智能反射单元,关闭其他所有智能反射单元,用户通过所选择的双向智能反射单元使用无线充电技术完成能量收集,同时完成无线信息的发送和接收,能够显著提升物联网的无线通信性能,并提高物联网系统的无线充电性能。该方法,能够适应无线信息传输与无线充电的物联网场景,适用于双向无线信息传输的多个智能反射单元场景。

附图说明

[0027] 图1是本发明实施例中物联网系统的说明示意图。

[0028] 图2是实施例中双向选择控制器的说明示意图。

[0029] 图3是本发明实施例基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法的流程示意图。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图详细说明本发明的优选实施例。

[0031] 实施例

[0032] 一种基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,如图1和图3,应用于物联网系统,物联网系统包括基站、用户和多个智能反射单元,基站、智能反射单元和用户以全双工模式在同一频段工作,双向选择控制器将考虑能量吸收情况下能量效率最大的智能反射单元作为选定的智能反射单元,基站与用户通过选定的智能反射单元协作通信;基站和用户同时向选定的智能反射单元发射信号,在信号到达智能反射单元上进行相应的反射,反射后的信号到达对方节点,进而解码出所需要的信息,用户接收后将其中一部分能量分离存储用于下一次传输,另一部分能量用于译码。

[0033] 该种基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,从多个双向智能反射单元中选择一个能量效率最优的双向智能反射单元,关闭其他所有智能反射单元,用户通过所选择的双向智能反射单元使用无线充电技术完成能量收集,同时完成无线信息的发送和接收,能够显著提升物联网的无线通信性能,并提高物联网系统的无线充电性能。该方法,能够适应无线信息传输与无线充电的物联网场景,适用于双向无线信息传输的多个智能反射单元场景。

[0034] 该种基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,如图3,包括以下步骤,

[0035] S1、基站和用户共同探测各智能反射单元的信道状态信息,包括基站到每个智能反射单元的无线信道系数、每个智能反射单元到用户的无线信道系数、用户到每个智能反

射单元的无线信道系数、每个智能反射单元到基站的无线信道系数、基站的发射功率、每个智能反射单元的无线能量收集的转换效率、用户的无线能量收集的转换效率；

[0036] S2、根据得到的信道状态信息，计算考虑能量吸收情况下每个智能反射单元单独工作时对应的能量效率；具体为，能量效率由基站通过智能反射单元到用户的无线通信的数据传输速率与用户到该智能反射单元到基站的无线通信的数据传输速率的和除以基站的发射功率所得值。

[0037] 步骤 S 2 中，基站通过智能反射单元到用户的数据传输速率为：

$$R_{1,k} = \log_2 \left(1 + p_s \frac{|h_{1,k} g_{1,k}|^2}{\sigma_1^2} \right),$$

其中 p_s 是基站的发射功率， $h_{1,k}$ 是基站到第 k 个智能反射单元的无线信道系数， $g_{1,k}$ 是第 k 个智能反射单元到用户的无线信道系数， σ_1^2 是用户作为接收机收到的噪声方差；

[0038] 步骤 S 2 中，用户通过智能反射单元到基站的数据传输速率为：

$$R_{2,k} = \log_2 \left(1 + p_u \frac{|h_{2,k} g_{2,k}|^2}{\sigma_b^2} \right),$$

其中 p_u 是用户通过无线能量收集功能获得的发射功率， $h_{2,k}$ 是用户到第 k 个智能反射单元的无线信道系数， $g_{2,k}$ 是第 k 个智能反射单元到基站的无线信道系数， σ_b^2 是基站作为接收机收到的噪声的方差。

[0039] S3、根据计算结果，选择能量效率最大的智能反射单元进行传输，其他智能反射单元休眠；

[0040] S4、基站和用户发送信息给选定的智能反射单元，该智能反射单元将信号反射给对方；

[0041] S5、分别对接收到的信号解码，用户接收后将其中一部分能量分离存储用于下一次传输，另一部分能量用于译码。

[0042] 实施例中，用户无电源供电，从接收电磁波中吸收能量，转化储存用于下一时隙发送能量。该方法，能够提高能量传输能力，保证高效工作，能够有效利用无线电波为用户设备进行供电，同时可以提供信息和能量同时传输的能力。

[0043] 如图2，双向选择控制器包括通信模块、控制模块、能效计算模块和数据存储模块，

[0044] 通信模块：完成基站的发射机信号处理、用户的发射机信号处理、基站的接收机信号处理、用户的接收机信号处理；

[0045] 控制模块：控制整个物联网系统的时刻同步，依据能效计算模块计算结果，将考虑能量吸收情况下能量效率最大的智能反射单元作为选定的智能反射单元，控制该智能反射单元处于工作状态，并关闭其他所有智能反射单元；

[0046] 能效计算模块：根据计算公式，计算每个智能反射单元对应的基站和用户两个方向的整体能量效率；

[0047] 数据存储模块：存储来自能效计算模块的每个智能反射单元对应的能量效率数值，存储基站到每个智能反射单元的无线信道系数，存储每个智能反射单元到用户的无线信道系数，存储用户到每个智能反射单元的无线信道系数，存储每个智能反射单元到基站的无线信道系数，存储基站的发射功率，存储每个智能反射的无线能量收集的转换效率系

数,存储用户的无线能量收集的转换效率系数。

[0048] 如图1,在用户端配置第一无线能量收集模块,第一无线能量收集模块:存储用户无线收集到的能量,用于用户的无线充电。第一无线能量收集模块通过对接收到的无线信号关于时间域进行积分完成用户无线收集能量,用于用户的无线充电。

[0049] 如图1,物联网系统还包括第二无线能量收集模块,第二无线能量收集模块:存储每个智能反射单元的无线收集到的能量,用于给选择出来的智能反射单元的无线充电。第二无线能量收集模块通过对无线接收信号在时间域进行积分收集每个智能反射单元的无线收集到的能量,用于给选择出来的智能反射单元的无线充电。

[0050] 用户端需要配备一个第一无线能量收集模块,智能反射单元也需要配置一个第二无线能量收集模块,而且选择出来的智能反射单元使用该第二无线能量收集模块用于给自身无线充电。

[0051] 图2是双向选择控制器的说明示意图,采用集中式的中央控制器,这个控制器需要获取所有的相关参数,包括无线信道系数、无线能力收集的转换效率系数等,然后选择智能反射单元,参与无线通信和无线信息传输,该双向选择控制器可以放在用户端,也可以放在基站,也可以单独设置,如图1。

[0052] 该种基于物联网的无线通信与无线充电的双向智能反射单元选择方法,具有如下优点,一是智能反射单元选择方法的设计过程中同时考虑两个方向的无线通信的传输能力,即基站通过智能反射单元到用户的无线传输能力,以及用户通过智能反射单元到基站的无线传输能力,二是选择的目标就是哪个智能反射单元对应的性能最好(即能量效率函数值最大)就选择选择哪个智能反射单元。这两个方面的机理保证了双向无线通信与双向无线充电的智能反射单元的选择确实能够获得最好的能效性能。

[0053] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不仅限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

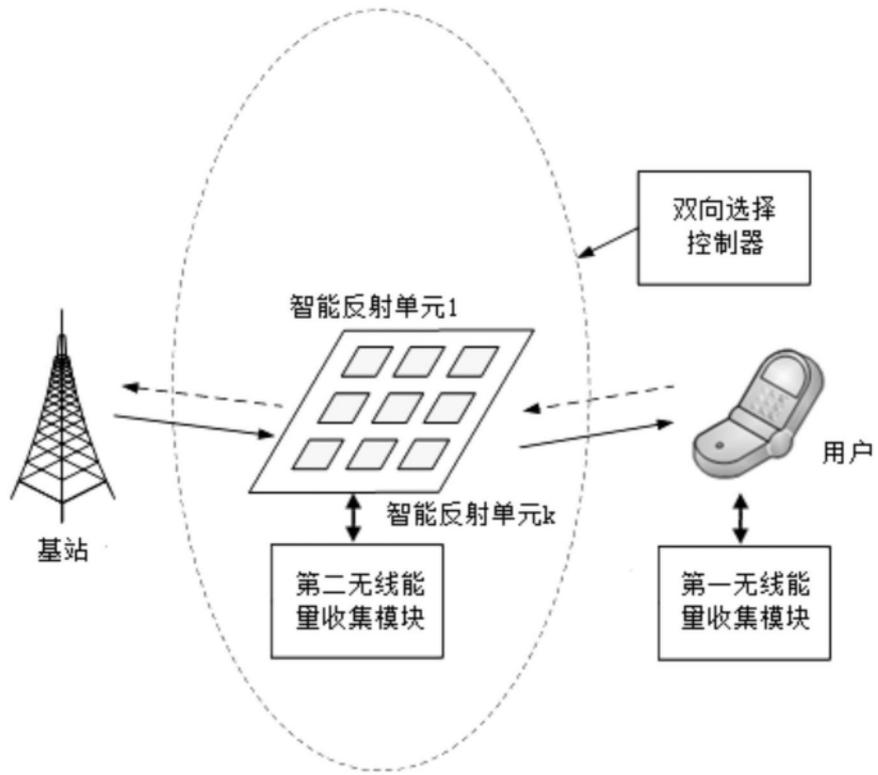


图1

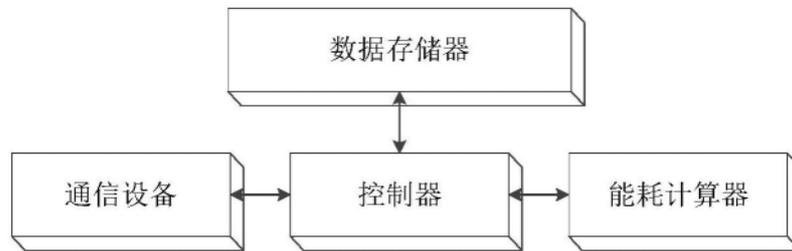


图2

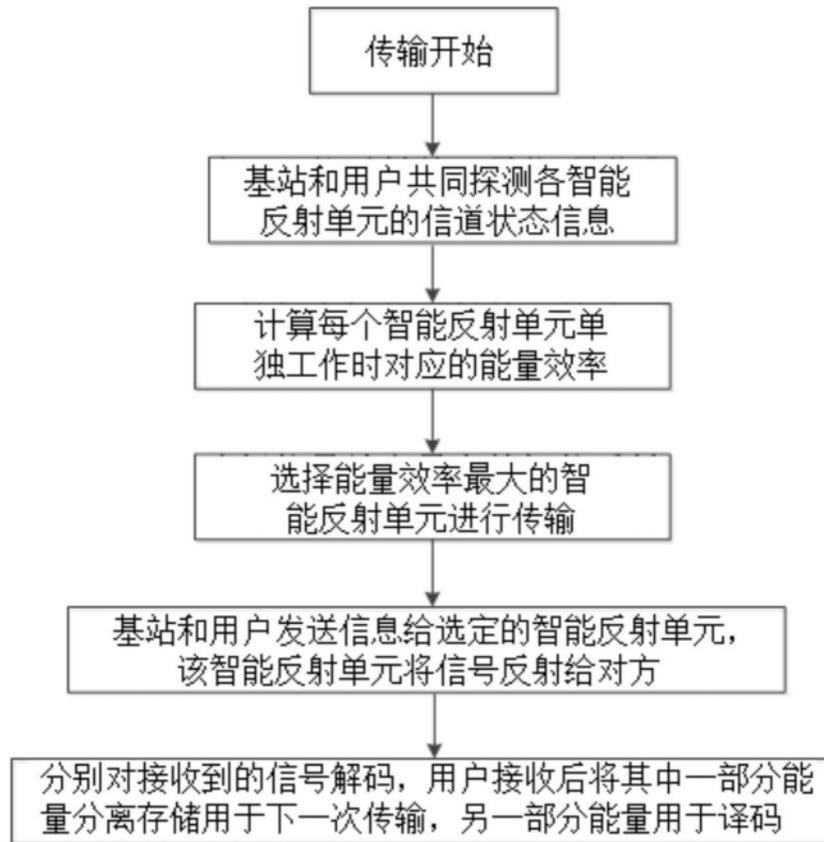


图3