



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104935477 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201510318664. 7

H04W 24/04(2009. 01)

(22) 申请日 2015. 06. 11

H04W 84/18(2009. 01)

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路
866 号

(72) 发明人 陈积明 陈敏 程鹏 史治国

舒元超 衷汉丞 廖宇凡 周扬

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公

司 33200

代理人 邱启旺

(51) Int. Cl.

H04L 12/26(2006. 01)

H04L 12/24(2006. 01)

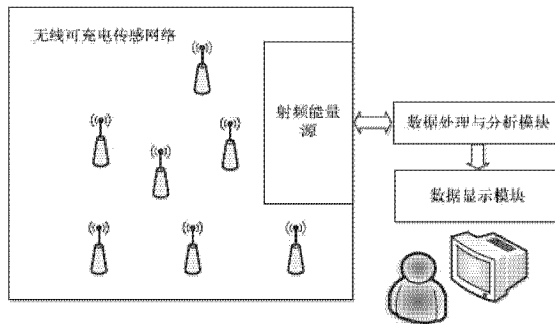
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

可充电无线传感网络的能量采集与消耗性能
测试系统

(57) 摘要

本发明公开了一种可充电无线传感网络的能量采集与消耗性能测试系统,由射频能量源、若干可充电无线传感节点、数据采集与分析模块构成;射频能量源发射携带有信息和能量的电磁波;可充电无线传感节点采集射频能量源发射的电磁波,采集的能量转换为直流电供节点和外围传感设备工作,采集的信息实现节点的通信,将节点自身携带传感器信息读取到;数据采集与分析模块读取可充电无线传感节点的传感信息,并对读取到的信息进行处理,分析每个节点的能量采集与消耗性能,进而评估整个网络的性能。本发明为可充电无线传感网络的理论研究提供实际测试平台,评价多种可充电无线传感网络能量优化算法对网络性能优化的有效性,并为算法的改良提供修正参数。



1. 一种可充电无线传感网络的能量采集与消耗性能测试系统,它由若干可充电无线传感节点、射频能量源、数据采集与分析模块构成,其特征在于,所述的可充电无线传感节点包括射频前端、微处理计算控制模块、传感器外围模块三个部分;其中,所述射频前端包括偶极子天线、倍压模块、整流模块、节点储能电容、解调模块和调制模块;微处理计算控制模块包括微处理器模块和电压检测模块;外围传感器模块包括发光二极管模块、三轴加速度计模块和温度传感器模块;所述偶极子天线、倍压模块、整流模块、节点储能电容、电压检测模块依次相连;节点储能电容、解调模块、调制模块、电压检测模块、发光二极管模块、三轴加速度计模块和温度传感器模块均与微处理器模块相连;所述的数据采集与分析模块包括接收天线、接收解调模块、节点信息分析模块;

射频能量源发射经ASK调制的载波频率为915MHz的电磁波,可充电无线传感节点的偶极子天线接收来自射频能量源的电磁波,通过倍压模块、整流模块将电磁波能量转换为直流电储存在节点储能电容中,供微处理计算控制模块和传感器外围模块工作,解调模块将电磁波携带的信息读入节点的微处理器模块中;微处理器模块读取传感器外围模块上的传感信息和接收到的电磁波信息,将当前工作的传感器模块和当前电压检测模块采集到的节点储能电容两端的电压,即节点总电压 V_{out} 编成EPC编码,通过调制模块将这些信息调制到915MHz的载波上并经偶极子天线发出;

数据采集与分析模块的接收天线接收偶极子天线发出的携带EPC编码的电磁波,经过接收解调模块解码得到当前工作的传感器模块及当前可充电无线传感节点采集到的总电压 V_{out} ,节点信息分析模块根据节点储能电容的参数和总电压 V_{out} 计算并保存节点当前时刻消耗的能量和采集的能量,并以能量采集曲线和能量消耗曲线的形式显示;数据采集与分析模块对可充电无线传感网络中所有的可充电无线传感节点信息进行无优先级的采集,得到全部节点信息后,累加得到可充电无线传感网络消耗的总能量和采集的总能量。

2. 根据权利要求1所述的一种可充电无线传感网络的能量采集与消耗性能测试系统,其特征在于,通过调节射频能量源的位置、可充电无线传感节点的工作时长、节点储能电容参数和传感器外围模块工作情况,使得可充电无线传感网络的能量采集性能与能量消耗性能发生变化,根据测得的可充电无线传感网络消耗的总能量和采集的总能量,绘制随条件改变的能量采集曲线和能量消耗曲线。

可充电无线传感网络的能量采集与消耗性能测试系统

技术领域

[0001] 本发明涉及可充电无线传感网络的实际性能测试,尤其涉及一种基于射频能量采集的可充电无线传感网络的能量采集与消耗性能测试系统。

背景技术

[0002] 无线传感器网络是由部署在监测区域内大量的传感器节点相互通信形成的多跳自组织网络系统,是物联网底层网络的关键技术之一。可充电无线传感网络是一种无需外接电池,通过采集环境中的太阳能、风能、振动能、热能、射频能等能量为自身提供能量的无线传感器网络。可充电无线传感器网络节点的能量采集与消耗对整个网络能否正常工作起着至关重要的作用。

[0003] 目前,在科研领域,针对可充电无线传感网络的能量优化已有大量的理论研究成果,但对能量优化算法的评估均以仿真为主。由于仿真是基于多种理想的假设,实际工作的可充电无线传感网络能量采集与能量消耗性能受多种因素影响,仿真的结果并不十分可信。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于针对现有技术的不足,提供一种可充电无线传感网络的能量采集与消耗性能测试系统,旨在为可充电无线传感网络能量优化相关理论研究提供实验支持,更好的实现可充电无线传感网络的能量管理与规划。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:一种可充电无线传感网络的能量采集与消耗性能测试系统,它由若干可充电无线传感节点、射频能量源、数据采集与分析模块构成,所述的可充电无线传感节点包括射频前端、微处理计算控制模块、传感器外围模块三个部分;其中,所述射频前端包括偶极子天线、倍压模块、整流模块、节点储能电容、解调模块和调制模块;微处理计算控制模块包括微处理器模块和电压检测模块;外围传感器模块包括发光二极管模块、三轴加速度计模块和温度传感器模块;所述偶极子天线、倍压模块、整流模块、节点储能电容、电压检测模块依次相连;节点储能电容、解调模块、调制模块、电压检测模块、发光二极管模块、三轴加速度计模块和温度传感器模块均与微处理器模块相连;所述的数据采集与分析模块包括接收天线、接收解调模块、节点信息分析模块。

[0006] 射频能量源发射经ASK调制的载波频率为915MHz的电磁波,可充电无线传感节点的偶极子天线接收来自射频能量源的电磁波,通过倍压模块、整流模块将电磁波能量转换为直流电储存在节点储能电容中,供微处理计算控制模块和传感器外围模块工作,解调模块将电磁波携带的信息读入节点的微处理器模块中;微处理器模块读取传感器外围模块上的传感信息和接收到的电磁波信息,将当前工作的传感器模块和当前电压检测模块采集到的节点储能电容两端的电压,即节点总电压 V_{out} 编成EPC编码,通过调制模块将这些信息调制到915MHz的载波上并经偶极子天线发出。

[0007] 数据采集与分析模块的接收天线接收偶极子天线发出的携带EPC编码的电磁波,

经过接收解调模块解码得到当前工作的传感器模块及当前可充电无线传感节点采集到的总电压 V_{out} , 节点信息分析模块根据节点储能电容的参数和总电压 V_{out} 计算并保存节点当前时刻消耗的能量和采集的能量, 并以能量采集曲线和能量消耗曲线的形式显示; 数据采集与分析模块对可充电无线传感网络中所有的可充电无线传感节点信息进行无优先级的采集, 得到全部节点信息后, 累加得到可充电无线传感网络消耗的总能量和采集的总能量。

[0008] 进一步地, 通过调节射频能量源的位置、可充电无线传感节点的工作时长、节点储能电容参数和传感器外围模块工作情况, 使得可充电无线传感网络的能量采集性能与能量消耗性能发生变化, 根据测得的可充电无线传感网络消耗的总能量和采集的总能量, 绘制随条件改变的能量采集曲线和能量消耗曲线。

[0009] 本发明的有益效果是: 本发明系统可对大规模任意组网的可充电无线传感网络的能量采集性能与能量消耗性能进行实时的、无线的测量并直观显示, 并评价大规模的可充电无线传感网络的能量优化算法的性能, 能量采集与能量消耗同时测量、分别显示, 无线测量无需部署电源线, 使用十分方便, 实时测量及数据保存, 直观可靠, 便于后续数据分析。通过改变可充电无线传感网络节点的耗能模式、节点储能设备和传感器外围模块工作情况, 使整个可充电无线传感网络的能量采集性能与能量消耗性能的变化, 根据测得的可充电无线传感网络能量采集性能和能量消耗性能来评价条件的改变对可充电无线传感网络性能的影响, 验证并评价现有的可充电无线传感网络能量优化算法, 并提供如能量存储设备容量、能量源位置等优化参数。

附图说明

[0010] 图 1 是本发明的整体结构框图;

图 2 是本发明的可充电无线传感节点电路原理图;

图 3 是本发明的数据采集与分析模块的结构图;

图 4 是本发明的上位机界面显示的可充电无线传感网络能量采集与能量消耗图。

具体实施方式

[0011] 下面结合附图和实例对本发明作进一步说明。

[0012] 如下图 1 所示, 本发明一种可充电无线传感网络的能量采集与消耗性能测试系统, 它由若干可充电无线传感节点、射频能量源、数据采集与分析模块构成, 其特征在于, 所述的可充电无线传感节点包括射频前端、微处理计算控制模块、传感器外围模块三个部分; 其中, 所述射频前端包括偶极子天线、倍压模块、整流模块、节点储能电容、解调模块和调制模块; 微处理计算控制模块包括微处理器模块和电压检测模块; 外围传感器模块包括发光二极管模块、三轴加速度计模块和温度传感器模块; 所述偶极子天线、倍压模块、整流模块、节点储能电容、电压检测模块依次相连; 节点储能电容、解调模块、调制模块、电压检测模块、发光二极管模块、三轴加速度计模块和温度传感器模块均与微处理器模块相连; 所述的数据采集与分析模块包括接收天线、接收解调模块、节点信息分析模块。

[0013] 射频能量源发射经 ASK 调制的载波频率为 915MHz 的电磁波, 可充电无线传感节点的偶极子天线接收来自射频能量源的电磁波, 通过倍压模块、整流模块将电磁波能量转换

为直流电储存在节点储能电容中,供微处理计算控制模块和传感器外围模块工作,解调模块将电磁波携带的信息读入节点的微处理器模块中;微处理器模块读取传感器外围模块上的传感信息和接收到的电磁波信息,将当前工作的传感器模块和当前电压检测模块采集到的节点储能电容两端的电压,即节点总电压 V_{out} 编成 EPC 编码,通过调制模块将这些信息调制到 915MHz 的载波上并经偶极子天线发出。

[0014] 如图 3 所示,数据采集与分析模块的接收天线接收偶极子天线发出的携带 EPC 编码的电磁波,经过接收解调模块解码得到当前工作的传感器模块及当前可充电无线传感节点采集到的总电压 V_{out} ,节点信息分析模块根据节点储能电容的参数和总电压 V_{out} 计算并保存节点当前时刻消耗的能量和采集的能量,并以能量采集曲线和能量消耗曲线的形式显示;数据采集与分析模块对可充电无线传感网络中所有的可充电无线传感节点信息进行无优先级的采集,得到全部节点信息后,累加得到可充电无线传感网络消耗的总能量和采集的总能量。通过调节射频能量源的位置、可充电无线传感节点的工作时长、节点储能电容参数和传感器外围模块工作情况,使得可充电无线传感网络的能量采集性能与能量消耗性能发生变化,根据测得的可充电无线传感网络消耗的总能量和采集的总能量,绘制随条件改变的能量采集曲线和能量消耗曲线。

[0015] 实际的测试系统由 Impinj R1000 阅读器+天线作为射频能量源与射频信息源,电脑+阅读器充当数据采集与分析模块,可充电无线传感网络由可编程计算平台 WISP 节点组成的网络。射频能量源的发射天线与数据采集模块的接收天线可以共用一个面状天线。阅读器可与电脑处于同一局域网内通过交换机连接,也可以通过一根网线直接连接。

[0016] 如图 2 所示为可充电无线传感节点电路原理图;可充电无线传感节点的偶极子天线由 915MHz 偶极子天线 Antenna、可变电容 CV1 和电感 L1 组成,倍压模块和整流模块主要由电容 Cs1~Cs5、Cp1~Cp4、射频检波器 D1~D5 组成,稳压模块主要由稳压芯片 U3 和电容 C14 组成,节点储能电容主要由二极管 D6、电容 C1 和稳压二极管 ED 组成,解调模块主要由二极管 D7、电容 C2、电压比较器 U1、电平转换芯片 U2、场效应管 Q2 组成,调制模块主要由场效应管 Q4 组成;

其中偶极子天线的一端与可变电容 CV1 一端、电感 L1 的一端、场效应管 Q4 的集电极连接,电感 L1 的另一端分别与电容 Cs1、Cs2、Cs3、Cs4、Cs5 的一端相连,射频检波器 D1、D2、D3、D4、D5 的 3 号引脚分别与电容 Cs1、Cs2、Cs3、Cs4、Cs5 的一端连接,射频检波器 D1 的 1 脚与地连接,2 脚与射频检波器 D2 的 1 脚、电容 Cp1 的一端连接,3 脚与电容 Cs1 的另一端连接;射频检波器 D2 的 2 脚与射频检波器 D3 的 1 脚、电容 Cp2 的一端连接,3 脚与电容 Cs2 的另一端连接;射频检波器 D3 的 2 脚与射频检波器 D4 的 1 脚、电容 Cp3 的一端连接,3 脚与电容 Cs3 的另一端连接;射频检波器 D4 的 2 脚与射频检波器 D5 的 1 脚、电容 Cp4 的一端连接,3 脚与电容 Cs4 的另一端连接;检波管 D5 的 2 脚与肖特基整流二极管 D6、D7 的正端和电压比较器 U1 的引脚 4 连接,3 脚与电容 Cs5 的另一端连接,D6 负极与储能电容 C1 一端、稳压二极管 ED 引脚 1 连接,电容 Cp1、Cp2、Cp3、Cp4、Cp5、C1 另一端以及二极管 ED 的引脚 2 均与地连接,稳压芯片 U3 的 2 脚与地连接,3 脚与电容 C14 的一端、解调模块中电平转换芯片 U2 的 6 脚连接,电容 C14 的另一端与地连接;二极管 D7 的负端与电容 C2 的一端、电压比较器 U1 的 3 脚和 5 脚、电平转换芯片 U2 的 1 脚连接,电容 C2 的另一端与地连接,电压比较器 U1 的 2 脚与场效应管 Q2 的 3 脚连接,电压比较器 U1 的 1 脚与电平转换芯

片 U2 的 2 脚连接,场效应管 Q2 的 2 脚与地连接,场效应管 Q2 的 1 脚与微控制器的 P1.3 引脚相连接。

[0017] 所述微处理器模块由微控制器 MCU、晶振 Y1 等组成;Vout 监测模块由电压检测器 U5 和电平转换芯片 U4 组成;发光二极管模块由发光二极管 LED1、电阻 R2、场效应管 Q3 组成;EPROM 由存储器芯片 U7、电容 C20、电阻 R10 和电阻 R11 组成;加速度器模块由三轴加速度传感器 ADXL 和电容 C4、C5、C6、C9 组成;微控制器 MCU 的 1、4、17、20 脚与地连接,2 脚与晶振 Y1 的 1 脚连接,3 脚与晶振 Y1 的 2 脚连接,5 脚与电阻 R6 的一端连接,电阻 R6 的另一端与稳压芯片 U3 的 3 脚连接;微控制器 MCU 的 6 脚与三轴加速度传感器 ADXL 的 8 脚、电容 C4 的一端连接,7 脚与三轴加速度传感器 ADXL 的 10 脚、电容 C5 的一端连接,8 脚与三轴加速度传感器 ADXL 的 12 脚、电容 C6 的一端连接,26 脚与三轴加速度传感器 ADXL 的 13~16 引脚、电容 C9 的一端连接,10 脚与存储器芯片 U7 的 3 脚、电阻 R10 的一端连接,11 脚与存储器芯片 U7 的 1 脚、电阻 R11 的一端连接,12 脚与模拟开关芯片 U6 的 5 脚、是场效应管 Q5 的 1 脚连接,15 脚与模拟开关芯片的 2 脚、电容 C10 连接,15 脚与温度传感器 TMP 的 3 脚连接,21 脚与温度传感器 TMP 的 4 脚连接,19 脚与电平转换芯片 U4 的 5 脚连接,22 脚与场效应管 Q4 的 3 脚连接,23 脚与电平转换芯片 U2 的 5 脚连接,24 脚与场效应管 Q2 的 1 脚连接,27 脚与场效应管 Q3 的 1 脚连接,场效应管的 2 通过电阻 R2 连接到发光二极管 LED1 的负端,光二极管 LED1 的正端连接到稳压二极管 ED 的负端;存储器芯片 U7 的 1 脚与电阻 R11 的一端和微控制器 MCU 的 11 脚连接,2 脚与地连接,3 脚分别与电阻 R10 和微控制器 MCU 的 10 脚连接,4 脚分别与电容 C20 的一端、稳压芯片 U1 的输出 Vreg 连接,5 脚与电容 C21 的一端连接并接地,电阻 R10、R11 的另一端与稳压芯片 U3 的 3 脚连接;电压检测器 U5 的 2、3 脚与储能电容的端电压 Vout 连接,4 脚与地连接,1 脚与电平转换芯片 U4 的 2 脚连接;电平转换芯片 U4 的 1 脚与储能电容的端电压 Vout 连接,3、4 脚与地连接,5 脚分别与微控制器 MCU 的 19 脚连接,6 脚与稳压芯片 U3 的 3 脚连接;三轴加速度传感器 ADXL 的 1~7 脚、11 脚与地连接。

[0018] 所述的射频能量源为 Impinj 公司生产的商用 R1000 阅读器。这款专业的 RFID 阅读器内含 Linux 操作系统,可以读写商用 RFID Tag 的信息,也可经过一定配置读取可充无线传感节点信息。它采用 EPCglobal UHF Class1 Gen2/ISO18000-6C 空中接口协议,内置 DSB、SSB 及 PR-ASK 多种传输调制方式,支持密集读写功能。支持 LLRP、MACH1、SNMP 协议,支持所有的 Gen2 标准指令。可根据现场密集环境的不同通过自动设置命令来调整其工作的模式。集成功放可进行任意功率配置,为高性能应用提供额外的功率支持。工作频率在 840~960MHz 之间,符合国家标准。

[0019] 所述的可充电无线传感节点是一个从远距离 RFID 阅读机中获取能量且能在一个数据包中发送任意多位数据的可完全编程的计算平台,主要具有以下特点:(1)具备甚高频无源射频识别标签的功能,运行 EPC Global 的 Class 1 Generation 2 协议;(2)集成了德州仪器公司的 MSP430 超低功耗微处理器,可以运行 RFID 协议并进行数据运算和处理;(3)从阅读机天线发射的电磁波中获得整个平台数据处理及通信所需能量,无需电池供电;(4)支持连接多种类型的传感器,预装的传感器有温度传感器和三轴加速度传感器,通过 I2C 接口可外接其他类型的传感器,如光照传感器、拉力传感器等。总体来数,无线可充电传感节点具有无线射频供电、带传感器、带计算处理功能、可进行 RFID 通信、可组成一定规模

网络等众多特点,可用来搭建一个无线可充电传感网络,并对其网络的信息进行处理与分析,验证已有的理论上的各种网络优化算法。

[0020] 图4展示了上位机界面显示的可充电无线传感网络能量采集与能量消耗图。横坐标是时间,纵坐标是可充电无线传感器网络节点的能量,星形线代表采集的能量,圆形线代表消耗的能量。该图显示了不同时刻工作模式不同的可充电无线传感器网络节点的采集到的能量与消耗的能量对比。

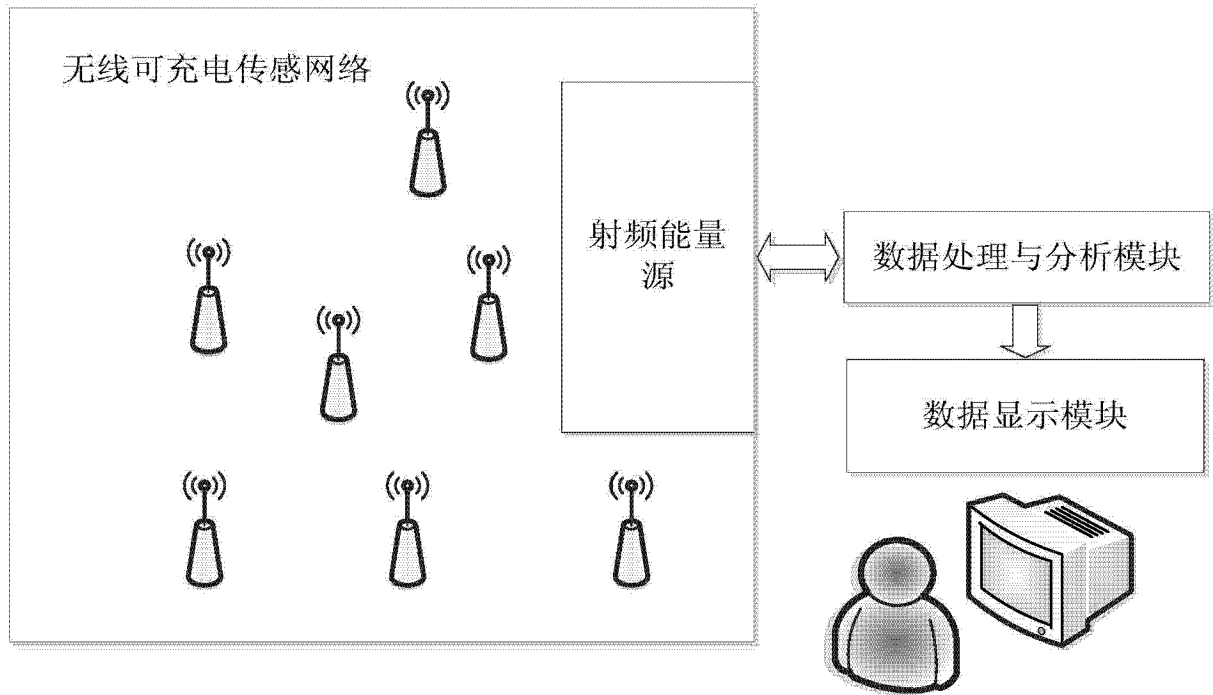


图 1

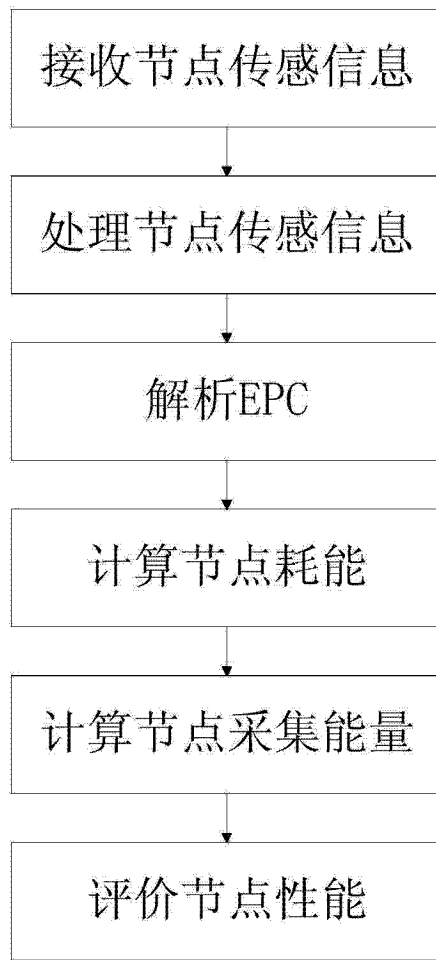


图 3

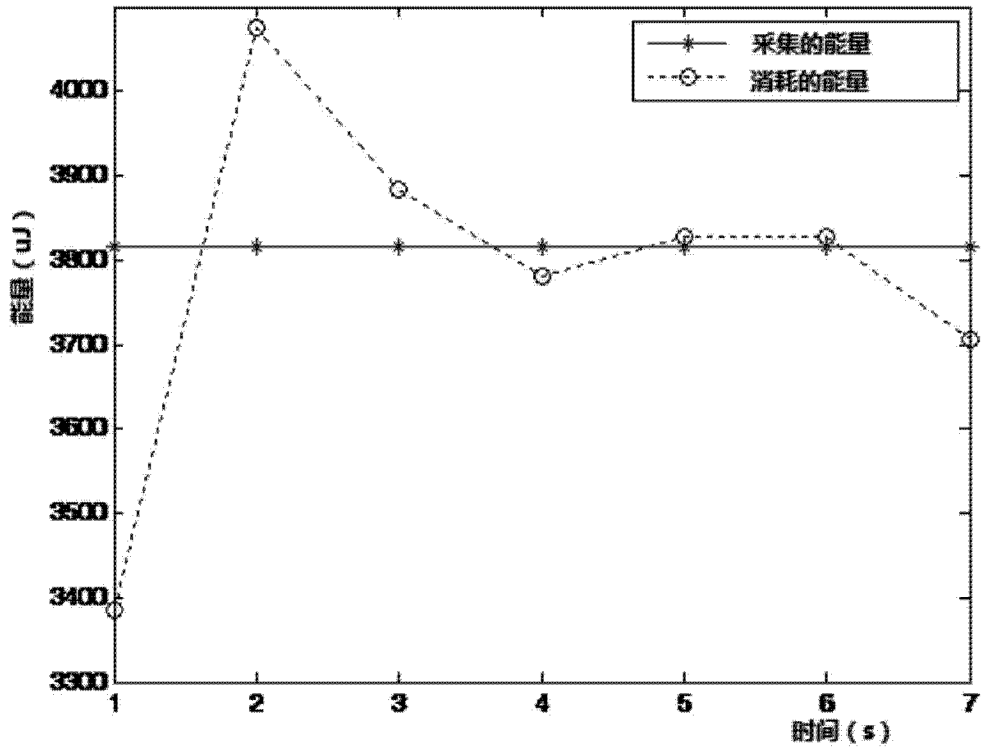


图 4