



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110082498 A

(43)申请公布日 2019.08.02

(21)申请号 201910277568.0

(22)申请日 2019.04.08

(71)申请人 三峡大学

地址 443002 湖北省宜昌市西陵区大学路8号

(72)发明人 孟永东 张雪林 梁诗顺 田斌

(74)专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所  
42103

代理人 成钢

(51) Int. Cl.

G01N 33/24(2006.01)

G01D 21/02(2006.01)

H04W 84/18(2009.01)

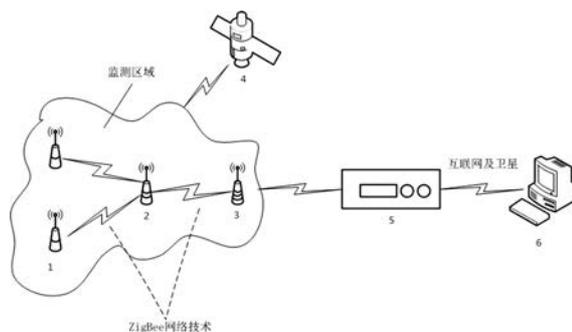
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统

(57)摘要

本发明公开一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,包括分散布置在滑坡体的传感器节点、路由节点、汇聚节点、物联网控制系统、监控中心和无人机,所述无人机用于唤醒传感器节点,所述无人机搭载唤醒设备,用于发射唤醒节点的数据包至传感器节点,所述传感器节点用于采集滑坡数据并通过无线多跳路由节点将数据上传给汇聚节点存储,通过因特网将汇聚节点的数据传输到监控中心。本发明结合了物联网技术与无人机技术,具有一定的新颖性。无线传感器物联网技术能够实现滑坡监测数据的自动采集、存储和传输,无人机技术则实现了数据采集的远程控制,摆脱了野外条件的限制。



1. 一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,其特征在于:包括分散布置在滑坡体的传感器节点、路由节点、汇聚节点、物联网控制系统、监控中心和无人机,所述无人机用于唤醒传感器节点,所述无人机搭载唤醒设备,用于发射唤醒节点的数据包至传感器节点,所述传感器节点用于采集滑坡数据并通过无线多跳路由节点将数据上传给汇聚节点存储,通过因特网将汇聚节点的数据传输到监控中心。

2. 根据权利要求1所述的一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,其特征在于:所述路由节点包括路由节点本体、设置于路由节点本体上的中央控制器A以及与中央控制器A连接的Flash存储模块A、无线发射接收模块A,路由节点接收传感器节点上传的小量级数据,并存储至Flash存储模块A,所述Flash存储模块A存储的数据通过路由节点的无线发射收发模块A发送至汇聚节点。

3. 根据权利要求1或2所述的一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,其特征在于:所述汇聚节点包括汇聚节点本体、设置于汇聚节点本体上的中央控制器以及中央控制器连接的Flash存储模块B、电源模块B、无线发射接收模块B,汇聚节点的无线发射接收模块接收路由节点上传的中量级数据,并存储至Flash存储模块B,所述汇聚节点采集的大量级数据存储至Flash存储模块,所述Flash存储模块B存储的数据通过汇聚节点的无线发射接收模块B发送至监控中心。

4. 根据权利要求1或2所述的一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,其特征在于:所述传感器节点、路由节点、汇聚节点两两之间通过ZigBee技术实现节点间的数据短距离传输。

5. 根据权利要求4所述的一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,其特征在于:所述传感器节点包括传感器模块、处理器模块、无线收发模块和电源模块,分别用于监测数据的采集、存储、传输以及整个节点的能量供应。

6. 根据权利要求5所述的一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,其特征在于:所述传感器模块包括温湿度传感器、盐度传感器、环境光传感器、波浪传感器、风速传感器、风向标、三轴加速度计和A/D转换器。

7. 根据权利要求1或2或5或6所述的一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,其特征在于:所述的汇聚节点由无人机均匀布放在滑坡的传感器物联网区域内,各个汇聚节点与其通信范围内的传感器节点、路由节点组网形成三层的集合结构,集合内的传感器节点通过多跳接力的方式将采集的数据经路由节点无线发送给汇聚节点进行存储。

8. 根据权利要求5所述的一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,其特征在于:所述电源模块采用锂电池。

9. 根据权利要求5所述的一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,其特征在于:所述传感器模块工作方式采用休眠机制。

10. 根据权利要求1或2或5或6或8或9任一项所述的一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,其特征在于,在操作时,包括以下步骤:

1) 无人机飞达滑坡区域时,唤醒设备会发射一个唤醒节点的数据包,当节点处于监听时间段内时会接收到数据包,并判断是否为唤醒数据包,若是,则被唤醒进入数据采集模式且会对唤醒设备端做出回应,以免唤醒设备重复发射数据包;若不是,则节点继续处于监

听-休眠模式,等待下一个数据包,当传感器节点处于休眠模式接收不到数据包,唤醒端会继续向传感器节点发射数据包,直至传感器节点被唤醒;

2) 传感器模块采集滑坡体数据,处理器模块对数据进行处理存储并通过无线收发模块传输到路由节点;

3) 路由节点接收传感器节点上传的小量级数据,并存储至Flash 存储模块A,所述Flash存储模块A存储的数据通过路由节点的无线发射收发模块A发送至汇聚节点;

4) 汇聚节点的无线发射接收模块接收路由节点上传的中量级数据,并存储至Flash存储模块B,所述汇聚节点采集的大量级数据存储至Flash存储模块B,所述Flash存储模块B存储的数据通过汇聚节点的无线发射接收模块B发送至监控中心。

## 一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及传感器网络技术领域,具体涉及一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统。

### 背景技术

[0002] 滑坡是工程地质问题中常见的一种自然灾害,在山区及河谷地带尤为常见。以重庆为例,据统计全城区现有的危岩、滑坡多达 777 处,平均每平方公里达五处之多。许多重要的工厂和居民区就建在滑坡上或是靠近滑坡的地方,滑坡引起的山体垮塌及暴雨后形成的泥石流常给国家建设和人民生命财产造成严重损害。为防患于未然,必须对滑坡进行监测,实现滑坡危害的早期预报。

[0003] 目前滑坡监测的常用方法大致可分为人工法和仪器测定法两种。人工法主要是依靠经验丰富的技术人员在可能发生滑坡的现场进行实地观测。在此过程中,技术人员主要利用一些简单的工具如纸带和木条等,将其置于滑坡地带已出现的裂缝中作为标示。过一段时间后观察标示物是否发生移动,以此判断滑坡是否有继续发展的趋势。这种方法简单易行,但只能在滑坡进入加速变形末期后进行预报,且无法提供具体数据进行未来整体破坏时间预报,是一种较原始的定性监测方法。为了能对尚处于初始变形阶段和稳定变形阶段的滑坡进行未来整体破坏时间预报,必须借助于多种先进的技术设备,即采用仪器测定法。

[0004] 申请号201410383266.9的一种基于无人机的监测山区山体滑坡、泥石流的方法,通过无人机的定向巡航和无人机携带的成像设备和定位设备进行拍摄,通过计算机软件将收集到的数据进行分析、制定出针对山区滑坡、泥石流准确的救援方式和路线方法;本发明通过将无人机遥感技术应用到山区突发事件救援领域,能判断出发生山体滑坡或泥石流区域内的受灾面积,通过计算机建模和规划,通过无人机进行无缝搜寻,快速、全面的对受灾区域的内的具有内的受灾情况进行监测,但是对于滑坡的具体数据如坡度、湿度等数据无法监测。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是针对现有技术的不足,提供了一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,克服了传统监测方法实时性差、费时费力、数据不易管理等缺点,摆脱了野外条件的限制,实现了滑坡监测数据的实时自动采集和快捷高效传输。

[0006] 为实现上述目的,本发明通过以下方案实现:一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,包括分散布置在滑坡体的传感器节点、路由节点、汇聚节点、物联网控制系统、监控中心和无人机,所述无人机用于唤醒传感器节点,所述无人机搭载唤醒设备,用于发射唤醒节点的数据包至传感器节点,所述传感器节点用于采集滑坡数据并通过无线多跳路由节点将数据上传给汇聚节点存储,通过因特网将汇聚节点的数据传输到监控中心。

[0007] 所述路由节点包括路由节点本体、设置于路由节点本体上的中央控制器A以及与中央控制器A连接的Flash存储模块A、无线发射接收模块A,路由节点接收传感器节点上传的小量级数据,并存储至Flash存储模块A,所述Flash存储模块A存储的数据通过路由节点的无线发射收发模块A发送至汇聚节点。

[0008] 所述汇聚节点包括汇聚节点本体、设置于汇聚节点本体上的中央控制器以及与中央控制器连接的Flash存储模块B、电源模块B、无线发射接收模块B,汇聚节点的无线发射接收模块接收路由节点上传的中量级数据,并存储至Flash存储模块B,所述汇聚节点采集的大量级数据存储至Flash存储模块,所述Flash存储模块B存储的数据通过汇聚节点的无线发射接收模块B发送至监控中心。

[0009] 优选的,所述传感器节点、路由节点、汇聚节点两两之间通过ZigBee技术实现节点间的数据短距离传输。

[0010] 所述传感器节点包括传感器模块、处理器模块、无线收发模块和电源模块,分别用于监测数据的采集、存储、传输以及整个节点的能量供应。

[0011] 优选的,所述传感器模块包括温湿度传感器、盐度传感器、环境光传感器、波浪传感器、风速传感器、风向标、三轴加速度计和A/D转换器。

[0012] 所述的汇聚节点由无人机均匀布放在滑坡的传感器物联网区域内,各个汇聚节点与其通信范围内的传感器节点、路由节点组网形成三层的集合结构,集合内的传感器节点通过多跳接力的方式将采集的数据经路由节点无线发送给汇聚节点进行存储。

[0013] 优选的,所述电源模块采用锂电池。

[0014] 优选的,所述传感器模块工作方式采用休眠机制。

[0015] 一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,在操作时,包括以下步骤:

1)无人机飞达滑坡区域时,唤醒设备会发射一个唤醒节点的数据包,当节点处于监听时间段内时会接收到数据包,并判断是否为唤醒数据包,若是,则被唤醒进入数据采集模式且会对唤醒设备端做出回应,以免唤醒设备重复发射数据包;若不是,则节点继续处于监听-休眠模式,等待下一个数据包,当传感器节点处于休眠模式接收不到数据包,唤醒端会继续向传感器节点发射数据包,直至传感器节点被唤醒;

2)传感器模块采集滑坡体数据,处理器模块对数据进行处理存储并通过无线收发模块传输到路由节点;

3)路由节点接收传感器节点上传的小量级数据,并存储至Flash存储模块A,所述Flash存储模块A存储的数据通过路由节点的无线发射收发模块A发送至汇聚节点;

4)汇聚节点的无线发射接收模块接收路由节点上传的中量级数据,并存储至Flash存储模块B,所述汇聚节点采集的大量级数据存储至Flash存储模块B,所述Flash存储模块B存储的数据通过汇聚节点的无线发射接收模块B发送至监控中心。

[0016] 本发明的有益效果为:1、传感器的工作方式采用休眠机制,即无需一直处于工作状态,当数据采集完成并传输到监控中心后,传感器就会进入休眠模式,等待下一次被唤醒;

2、传感器节点经多跳路由传输到汇聚节点打包,然后借助因特网将汇聚节点处的数据远程传输到监控中心,能避免在传输过程中由于传输距离过远导致的信号衰减和数据包丢

失；

3、无人机技术的应用很好地弥补了人工不足，摆脱了野外条件的限制，能够对传感器节点进行远程控制，实现了监测数据的实时自动采集和快捷高效传输；

4、无线传感器节点的能量由锂电池或其他蓄电池供应，节约能耗，延长整个系统的工作寿命。

## 附图说明

[0017] 下面结合附图对本发明做进一步的说明：

图1为本发明的系统结构图；

图2为无线传感器物网络结构图；

图3为数据传输路线图；

图4为无人机唤醒传感器节点流程图；

图5为数据采集流程图；

图6为电解泡原理示意图；

图7为滑坡监测中变阻电位计原理图；

图中：传感器节点1，路由节点2，汇聚节点3，无人机4，物联网控制系统5，监控中心6。

## 具体实施方式

[0018] 如图1所示，一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统，包括分散布置在滑坡体的传感器节点1、路由节点2、汇聚节点3、物联网控制系统5、监控中心6和无人机4，所述无人机4用于唤醒传感器节点1，所述无人机4搭载唤醒设备，用于发射唤醒节点的数据包至传感器节点1，所述传感器节点1用于采集滑坡数据并通过无线多跳路由节点2将数据上传给汇聚节点3存储，通过因特网将汇聚节点3的数据传输到监控中心6。

[0019] 所述路由节点2包括路由节点2本体、设置于路由节点2本体上的中央控制器A以及与中央控制器A连接的Flash存储模块A、无线发射接收模块A，路由节点2接收传感器节点1上传的小量级数据，并存储至Flash存储模块A，所述Flash存储模块A存储的数据通过路由节点2的无线发射收发模块A发送至汇聚节点3。

[0020] 所述汇聚节点3包括汇聚节点3本体、设置于汇聚节点3本体上的中央控制器以及中央控制器连接的Flash存储模块B、电源模块B、无线发射接收模块B，汇聚节点3的无线发射接收模块接收路由节点2上传的中量级数据，并存储至Flash存储模块B，所述汇聚节点3采集的大量级数据存储至Flash存储模块，所述Flash存储模块B存储的数据通过汇聚节点3的无线发射接收模块B发送至监控中心6。

[0021] 所述传感器节点1、路由节点2、汇聚节点3两两之间通过ZigBee技术实现节点间的数据短距离传输。ZigBee技术是一种低复杂度、低功耗、低速率、低成本的双向无线通讯技术。另外，ZigBee设备仅靠两节5号电池就可以维持长达6个月到2年左右的使用时间。

[0022] 所述传感器节点1包括传感器模块、处理器模块、无线收发模块和电源模块，分别用于监测数据的采集、存储、传输以及整个节点的能量供应。

[0023] 所述传感器模块包括温湿度传感器、盐度传感器、环境光传感器、波浪传感器、风速传感器、风向标、三轴加速度计和A/D转换器。

[0024] 所述的汇聚节点3由无人机4均匀布放在滑坡的传感器物联网区域内,各个汇聚节点3与其通信范围内的传感器节点1、路由节点2组网形成三层的集合结构,集合内的传感器节点1通过多跳接力的方式将采集的数据经路由节点2无线发送给汇聚节点3进行存储。如图2所示,整个无线传感器物联网的结构采用簇状型。

[0025] 所述电源模块采用锂电池。考虑到野外条件的限制,采用锂电池或者常用的南孚电池,节约能耗,延长整个系统的工作寿命。

[0026] 所述传感器模块工作方式采用休眠机制。

[0027] 鉴于滑坡体潜在危险大、覆盖面积广,工作人员往往无法到达该区域等因素,通过引入无人机4技术,操控无人机4飞往滑坡区域。在无人机4上搭载唤醒设备,当无人机4飞达滑坡区域时,唤醒设备会发射一个唤醒节点的数据包,假设节点平时是监听-休眠模式,监听时间要略大于数据包由发射端传输到传感器节点1的时间,避免传感器节点1在监听时间段内接收不到数据包。当节点处于监听时间段内时会接收到数据包,并判断是否为唤醒数据包,若是,则被唤醒进入数据采集模式且会对唤醒设备端做出回应,以免唤醒设备重复发射数据包;若不是,则节点继续处于监听-休眠模式,等待下一个数据包。对于唤醒设备端而言,收到节点做出的回应后则表示唤醒成功,若没有收到,则表示传感器节点1处于休眠模式,唤醒端会继续向传感器节点1发射数据包,直至节点被唤醒,其流程如图4所示。

[0028] 在进行数据采集时,先将节点初始化,若节点不需要采集数据,则处于休眠模式;若需要,则由传感器模块采集到数据,然后判断数据是否采集成功。成功采集的数据经过模数转换,由模拟信号转换成数字信号,然后由处理器模块进行简单的处理和存储,最后通过无线收发模块传输到上一级节点,流程如图5所示。

[0029] 一种基于无线传感器物联网的滑坡监测数据无人机采集系统,在操作时,包括以下步骤:

1) 无人机4飞达滑坡区域时,唤醒设备会发射一个唤醒节点的数据包,当节点处于监听时间段内时会接收到数据包,并判断是否为唤醒数据包,若是,则被唤醒进入数据采集模式且会对唤醒设备端做出回应,以免唤醒设备重复发射数据包;若不是,则节点继续处于监听-休眠模式,等待下一个数据包,当传感器节点1处于休眠模式接收不到数据包,唤醒端会继续向传感器节点1发射数据包,直至传感器节点1被唤醒;

2) 传感器模块采集滑坡体数据,处理器模块对数据进行处理存储并通过无线收发模块传输到路由节点2;

3) 路由节点2接收传感器节点1上传的小量级数据,并存储至Flash 存储模块A,所述Flash存储模块A存储的数据通过路由节点2的无线发射收发模块A发送至汇聚节点3;

4) 汇聚节点3的无线发射接收模块接收路由节点2上传的中量级数据,并存储至Flash存储模块B,所述汇聚节点3采集的大量级数据存储至Flash存储模块B,所述Flash存储模块B存储的数据通过汇聚节点3的无线发射接收模块B发送至监控中心6。

[0030] 温湿度传感器可采用DHT11数字温湿度传感器,盐度传感器可采用上海江风光学仪器有限公司型号为SAL-BTA盐度传感器,采用SBS2-1型波浪传感器采用重力式测波,三轴加速度计采用ADXL345数字三轴重力加速度倾斜度模块,无人机4可采用大疆精灵系列无人机4。

[0031] 实施例1:确定传感器节点1合适的的数据采集频率。采集频率过大,短时间内数据

大量汇聚到节点易造成数据包的丢失,且能耗大,传感器节点1的寿命会变短;采集频率过小,虽然延长了电池的寿命,但是不能及时反映滑坡体的位移变形。因此保持一个合理的采集频率尤为重要,既能保证采集足够的数据量来及时反映滑坡体的动态,又能有效控制节点能耗,延长系统寿命。根据滑坡体的诱发因素,多雨季节可适当增加数据的采集频率,以便随时分析滑坡体的位移变形,达到滑坡体安全监测的目的。

[0032] 实施例2:传感器节点1布置:传感器节点1要分散布置在滑坡体上,从而满足整个滑坡区域的数据采集,尤其是在裂缝处、滑舌、地质分界部位等敏感位置布置一定量的传感器,使采集的数据更具代表性,真实反映滑坡体的动态。监测的主要目的是判断滑坡体的位移,因此传感器所在位置的移动要能够代表该处坡体的移动,避免将传感器节点1埋设在松散土层。

[0033] 实施例3:可通过斜度仪监测滑坡移动的加速度和方向,倾斜仪使用了电解泡,解泡中的导电液在三个电节点间流动。一个电节点B固定于管瓶的底部,另外两个节点A与C固定在管瓶顶部,且两节点与B的距离相等。当节点间通上电流后,可测出导电液体的阻抗。若管瓶顺时针倾斜,则A,B间的阻抗增加,B,C间的阻抗减小。若管瓶逆时针倾斜,则情况恰好相反。由于阻抗变化正比于倾斜的角度,因此可测出倾角的改变。在现场使用时,斜度仪要先加上保护外壳才能安放于钻孔内。为防止损坏,斜度仪的配线也埋入地下,钻孔则用固定帽覆盖。斜度仪一般安装于地面上。当坡度陡峭无法设立钻孔平台或由于经济原因无法钻孔时,斜度仪是理想的选择。电解泡原理示意图如图6。

[0034] 实施例4:也可通过应变计测量位移。应变计采用可变电阻机件来测量移动量。如图2,3所示,滑动臂在固定电阻条上形成电触点,整个电路的总电阻取决于滑动臂在固定电阻条上的位置。当应变仪加上一个稳定直流电流后,地面移动引起滑动臂在固定电阻条上产生位移,由此引起输出电压的相应变化。仪器的配线及敏感元件可埋于地下,防止外力损坏。如图7滑坡监测中变阻电位计原理图。

[0035] 以上所述仅为本发明专利的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本说明书内容所作的等效结构,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

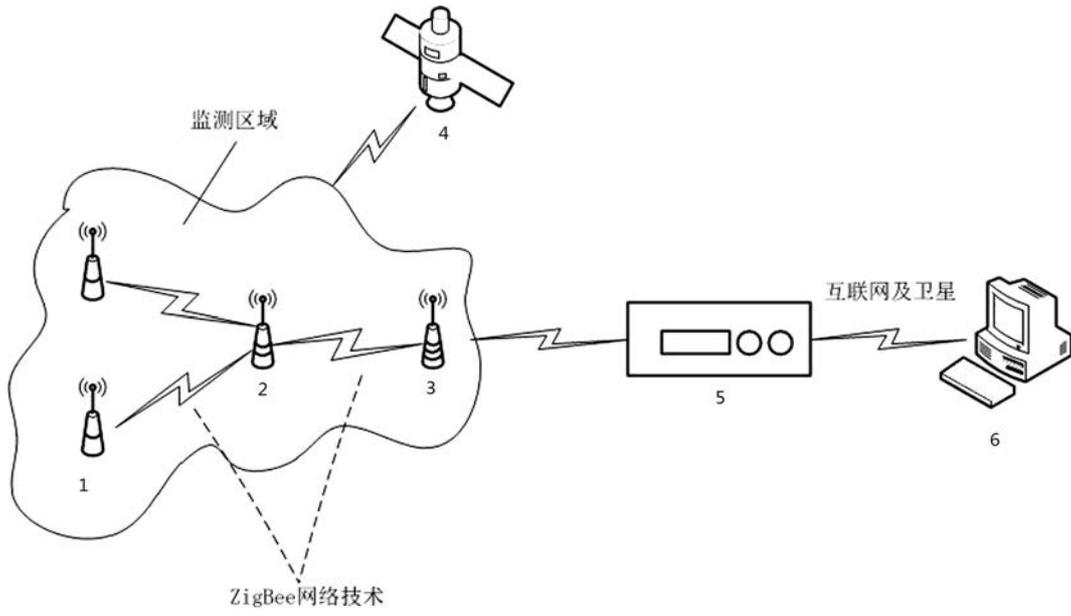


图1

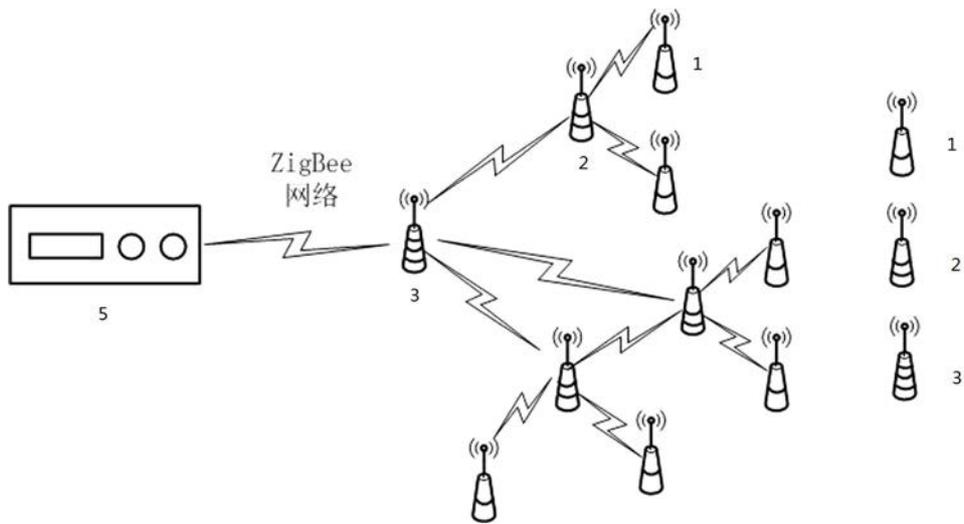


图2

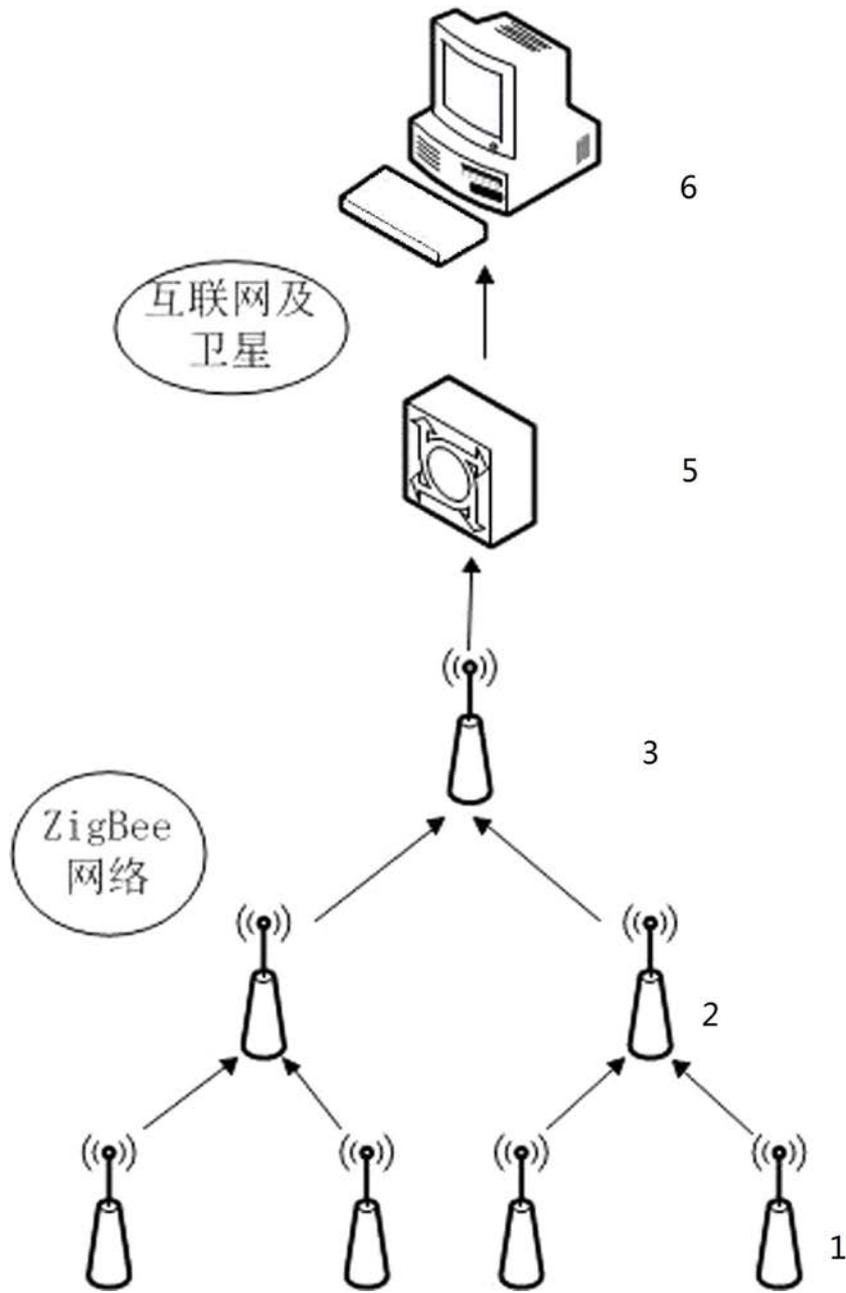


图3

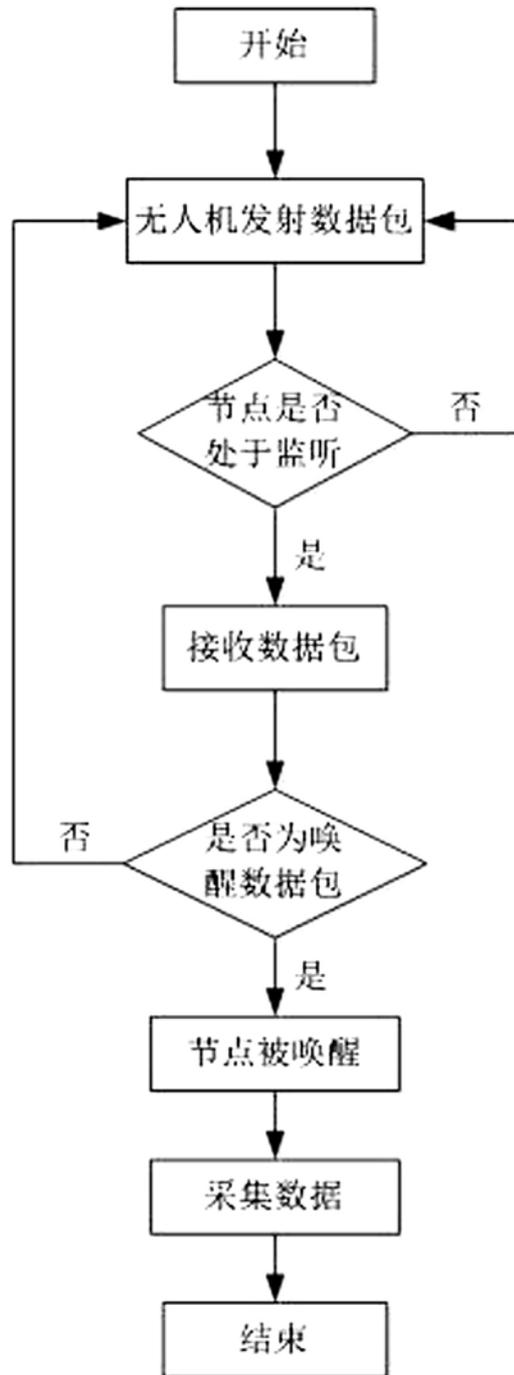


图4

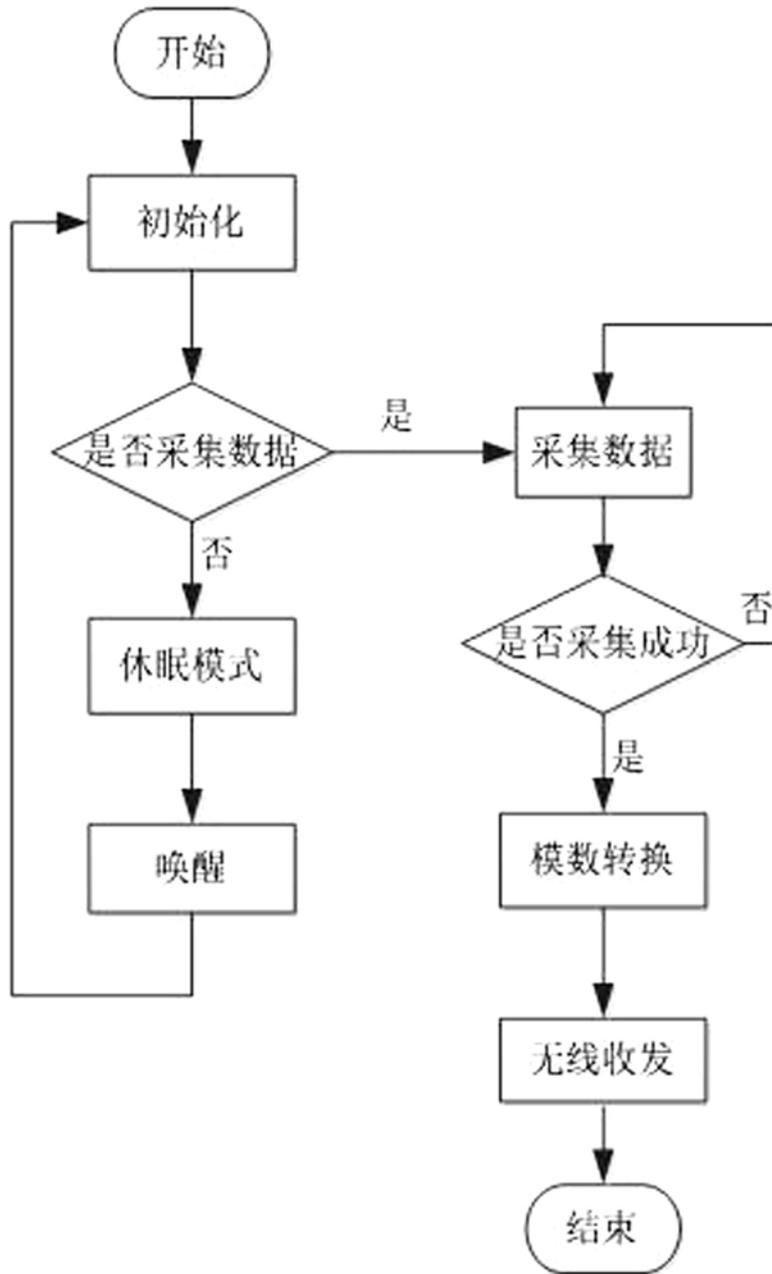


图5

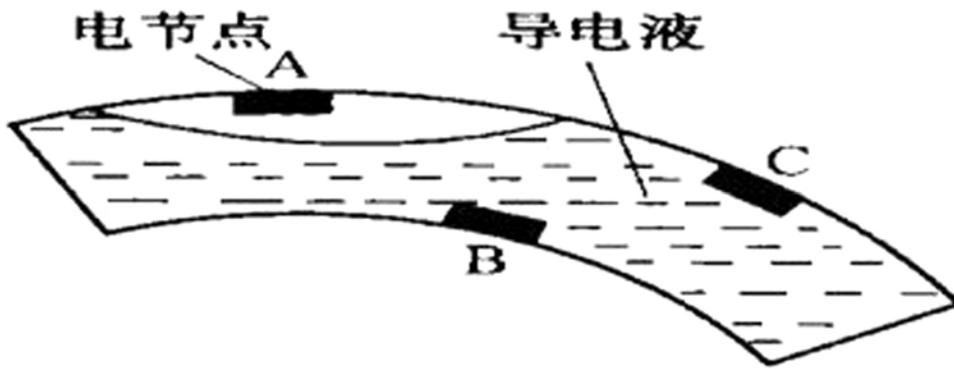


图6

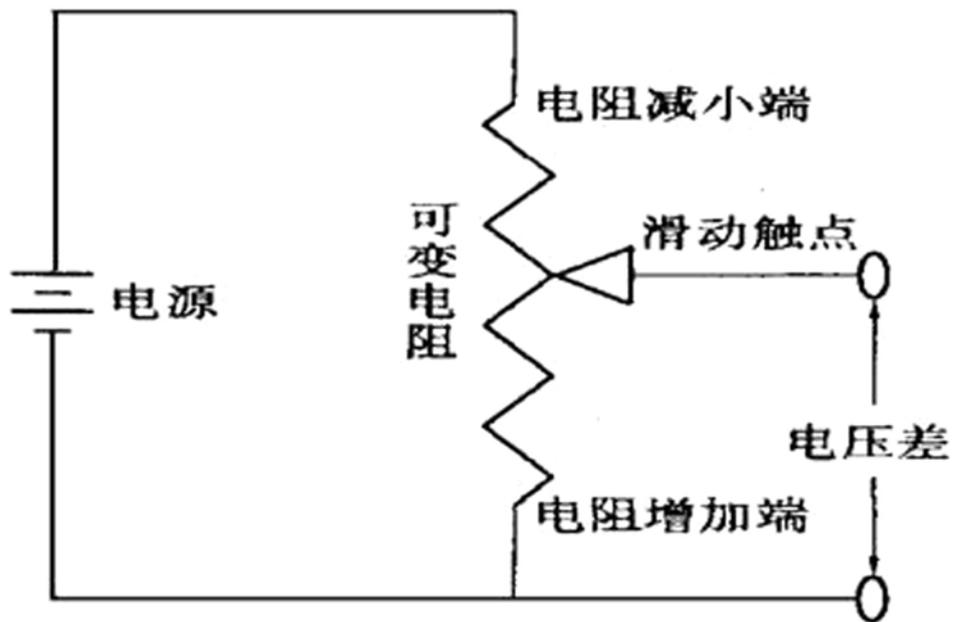


图7