



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109471452 A

(43)申请公布日 2019.03.15

(21)申请号 201811170965.X

(22)申请日 2018.10.09

(71)申请人 国电南瑞科技股份有限公司
地址 211106 江苏省南京市江宁区诚信大道19号

申请人 南瑞集团有限公司

(72)发明人 华涛 马文锋 余有胜 罗孝兵
崔岗 李桂平 邹君 凌骐 芮钧
马军建 胡少英

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224
代理人 董建林 俞翠华

(51)Int.Cl.
G05D 1/10(2006.01)
G01D 21/02(2006.01)

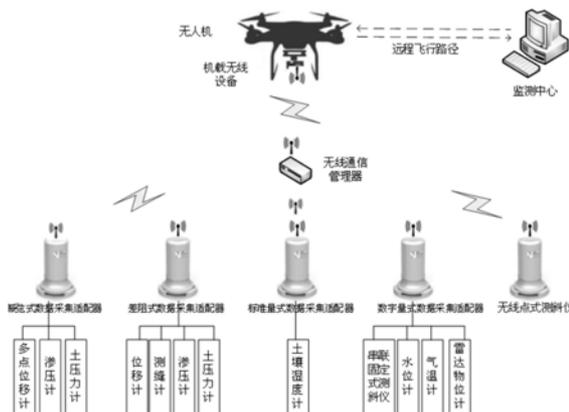
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统及方法,包括数据采集单元、无线通信管理单元、无人机和无线数据获取单元,数据采集单元采集监测数据;无线通信管理单元从各数据采集单元读取监测数据并存储;当无人机带着无线数据获取单元飞到工程目的地后,无线数据获取单元电源打开,向无线通信管理单元发出通信链接命令,建立通信链接后,无线数据获取单元接收由无线通信管理单元发送的监测数据,当监测数据接收完毕后,通信链接断开,无人机关断无线数据获取单元电源。本发明基于无人机及无线数据获取单元、低功耗数据采集单元、无线通信管理器等,构建了设备成本低、运维费用低的自动化安全监测系统,具有较强的可行性和良好的应用前景。



1. 一种基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统,其特征在于,包括:
数据采集单元,所述数据采集单元用于采集监测数据;
无线通信管理单元,所述无线通信管理单元按照设定的取数周期分别从各数据采集单元读取监测数据并存储;
无人机;
设于所述无人机上的无线数据获取单元,当所述无人机带着无线数据获取单元飞到工程目的地后,所述无线数据获取单元电源被无人机打开,向所述无线通信管理单元发出通信链接命令,当二者建立通信链接后,无线数据获取单元接收由无线通信管理单元发送的其内部存储的监测数据,当监测数据接收完毕后,二者间的通信链接断开,所述无线数据获取单元电源被无人机关断,无线通信管理器进入低功耗周期性休眠状态。
2. 根据权利要求1所述的基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统,其特征在于:所述数据采集单元包括无线点式测斜仪,以及一个或者多个无线数据采集适配器。
3. 根据权利要求2所述的基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统,其特征在于:所述无线数据采集适配器为振弦式无线数据采集适配器、差阻式无线数据采集适配器、标准量式无线数据采集适配器或数字量式无线数据采集适配器。
4. 根据权利要求2所述的基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统,其特征在于:所述无线采集适配器按照设置的定时测量周期,采集自身接入的传感器的监测数据,并存储所述监测数据,测量完毕后立即进行周期性休眠状态,当接收到无线通信管理单元的唤醒信号后被唤醒,并将所有存储的监测数据发送给无线通信管理单元,完成数据发送后立即进行周期性休眠状态。
5. 根据权利要求2-4中任一项所述的基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统,其特征在于:所述无线通信管理单元按照设定的取数周期,唤醒各无线采集适配器,接收各无线采集适配器发送的其存储的所有监测数据,并发出命令将无线采集适配器的数据清空。
6. 根据权利要求1所述的基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统,其特征在于:所述无线数据获取单元与无线通信管理单元之间一旦建立链接,并通过加密协议校验,启动快速的数据传输。
7. 一种基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统的监测方法,其特征在于,包括:利用无线通信管理单元获取数据采集单元发送的监测数据;
所述无线通信管理单元响应无线数据获取单元发出的通信链接命令,二者通信链接后,发送其内部存储的所有监测数据至无线数据获取单元,当监测数据发送完毕后,二者间的通信链接断开,无线通信管理单元进入低功耗周期性休眠状态,无线数据获取单元电源被无人机关断。
8. 根据权利要求7所述的一种基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统的监测方法,其特征在于:所述获取数据采集单元发送的监测数据,具体包括以下步骤:
所述无线采集适配器按照设置的定时测量周期,采集自身接入的传感器的监测数据,并存储所述监测数据,测量完毕后立即进行周期性休眠状态;
当接收到无线通信管理单元的唤醒信号后被唤醒,并将所有存储的监测数据发送给无线通信管理单元,数据发送完毕后立即进行周期性休眠状态。

9. 根据权利要求7所述的一种基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统的监测方法,其特征在于:所述无线通信管理单元响应无线数据获取单元发出的通信链接命令,二者通信链接后,发送其内部存储的所有监测数据至无线数据获取单元,当监测数据发送完毕后,二者间的通信链接断开,具体包括以下步骤:

当无人机带着无线数据获取单元飞到工程目的地后,所述无线数据获取单元向所述无线通信管理单元发出通信链接命令,当二者建立通信链接后,通过加密协议校验,启动快速数据传输,无线数据获取单元接收由无线通信管理单元发送的其内部存储的监测数据,当监测数据接收完毕后,二者间的通信链接断开。

10. 根据权利要求7所述的一种基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统的监测方法,其特征在于,无线通信管理单元响应无线数据获取单元发出的通信链接命令,二者通信链接后,发送其内部存储的所有监测数据至无线数据获取单元,当监测数据发送完毕后,二者间的通信链接断开步骤之后,还包括:

无人机带着无线数据获取单元返回监测中心后,操作人员将所述无线数据获取单元取下,通过无线或有线的连接方式连接至监测中心的计算机,将所述无线数据获取单元中的所有监测数据导出至计算机供后续分析用,完成一次取回监测数据。

基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于工程及地质灾害安全监测自动化技术领域,具体涉及一种基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统及方法。

背景技术

[0002] 工程及地质灾害安全监测自动化系统可以对建筑结构体或滑坡边坡等进行实时监测,对可能出现的不安全因素进行预测预警,对于保证结构体本身安全以及人员安全有重要的意义。传统的远程安全监测系统的数据传输方法主要是无线通信技术,一般在有GPRS信号覆盖的地方就采用GRPS数据传输设备进行;在无GPRS信号覆盖的地方,一般采用大功率数传电台或者卫星通信方式,前者功耗较大,对装置供电要求较高,信号易受干扰,通信距离一般在10KM以内;后者则使用卫星通信,费用高昂,不利于大规模测点日常监测应用。

[0003] 经分析发现,目前,由于大多数地质灾害易发区域多位于偏远地区,无市电接入,部分地区甚至无移动通信信号覆盖;对于工程安全监测,近年来国内公司逐步承担国外工程水利水电工程的安全监测项目,部分国外水利水电工程地处偏远,当地又无移动网络建设,而监控管理中心往往位于市镇,导致工程安全监测的信息外传困难。上述状况的存在,使部分安全监测系统必须使用卫星通信才能发挥作用,从而导致了系统成本高、运维费用高的问题,影响了安全监测系统的应用。

[0004] 近年来,由于民用无人机技术的发展,无人机从消费级应用逐步拓展到行业级应用。利用无人机体积小、操作方便等特点,无人机在大气环保监测、农业监测等领域已经被广泛应用,主要利用方式是采用无人机搭载高分辨率摄像机、红外成像仪、空气监测仪器等,实现对大气或偏远地区农田状况的监测。

[0005] 比如:(1)授权公告号为CN 207703821U、名称为一种基于大数据的无人机大气环境监测系统的中国实用新型专利中公开了,利用无人机机载的检测设备(气体含量传感器和PM粉尘浓度传感器)实现对大气环境的监测;(2)公布号为CN 107656542A、名称为一种无人机巡检系统的中国发明专利申请中公开了,其包括多个位置发射器包括多个位置发射器、无人机和充电站。各个位置发射器适于安装在表计或电力设备上,用于发射位置信号和设备标识,无人机用于接收位置信号并飞行至与设备标识对应的表计或电力设备处,以及采集表计的表盘图像,或检测电力设备的温度实现巡检监测;(3)公布号为CN 105353685A、名称为一种测绘无人机数据获取系统的中国发明专利申请中公开了,包括GPS模块,核心数据处理模块、和相机等,通过GPS模块和相机实现高精度的测绘;(4)公布号为CN 108092707 A、名称为一种基于无人机自组网的数据传输方法及装置的中国发明专利申请中公开了,其是利用在空中相邻的无人机形成一条由源节点到目的节点的数据传输路由;(5)公布号为CN 108183780 A、名称为一种多余度无人机数据传输系统及传输方法的中国发明专利申请中公布了,其通过机载的数据余度融合计算机实时获取飞行遥测数据及视频图像,然后通过4G信号,卫星信号、微波电台、GPRS信号与地面数据融合度计算机进行数据

交互,然后通过地面融合站将数据发送给无人机地面控制站;(6)公布号为CN 107104948 A、名称为一种无人机数据传输方法和无人机数据传输系统的中国发明专利申请中公开了,其利用无人机采集数据,然后对数据进行加密,和地面监控装置进行通信;(7)授权公告号为CN 207720302U、名称为一种无人机施工现场安全监测系统的中国实用新型专利中公开了,其是利用无人机上的摄像头和地面上的摄像头实现对施工现场的安全监测。

[0006] 可见,上述公开的专利申请或授权专利,其实现方案中主要是利用机载传感设备或摄像机在空中对监测对象进行信息采集,然后传给地面装置;有部分专利涉及到利用无人机与无人机控制站的信息传输。但是,前述技术方案中较少涉及到如何利用无人机和地面传感采集装置的融合协同组网,实现特定环境(无市电、无移动通信网络等)状况下的远程工程及地质灾害安全监测系统的网络设计。

发明内容

[0007] 针对上述问题,本发明提出一种基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统及方法,基于无人机及无线数据获取单元、低功耗数据采集单元、无线通信管理器等,构建了一种设备成本低、运维费用低的自动化安全监测系统,具有较强的可行性和良好的应用前景。

[0008] 实现上述技术目的,达到上述技术效果,本发明通过以下技术方案实现:

[0009] 第一部分,本发明提供了一种基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统,包括:

[0010] 数据采集单元,所述数据采集单元用于采集监测数据;

[0011] 无线通信管理单元,所述无线通信管理单元按照设定的取数周期分别从各数据采集单元读取监测数据并存储;

[0012] 无人机;

[0013] 设于所述无人机上的无线数据获取单元,当所述无人机带着无线数据获取单元飞到工程目的地后,所述无线数据获取单元电源被无人机打开,向所述无线通信管理单元发出通信链接命令,当二者建立通信链接后,无线数据获取单元接收由无线通信管理单元发送的其内部存储的监测数据,当监测数据接收完毕后,二者间的通信链接断开,所述无线数据获取单元电源被无人机关断,无线通信管理单元进入低功耗周期性休眠状态。

[0014] 优选地,所述数据采集单元包括无线点式测斜仪,以及一个或者多个无线数据采集适配器。

[0015] 优选地,所述无线数据采集适配器为振弦式无线数据采集适配器、差阻式无线数据采集适配器、标准量式无线数据采集适配器或数字量式无线数据采集适配器。

[0016] 优选地,所述无线采集适配器按照设置的定时测量周期,采集自身接入的传感器的监测数据,并存储所述监测数据,测量完毕后立即进行周期性休眠状态,当接收到无线通信管理单元的唤醒信号后被唤醒,并将所有存储的监测数据发送给无线通信管理单元,完成数据发送后立即进行周期性休眠状态。

[0017] 优选地,所述无线通信管理单元按照设定的取数周期,唤醒各无线采集适配器,接收各无线采集适配器发送的其存储的所有监测数据,并发出命令将无线采集适配器的数据清空。

[0018] 优选地,所述无线数据获取单元与无线通信管理单元之间一旦建立链接,并通过加密协议校验,启动快速的数据传输。

[0019] 第二方面,本发明提供了一种基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统的监测方法,其特征在于,包括:

[0020] 利用无线通信管理单元获取数据采集单元发送的监测数据;

[0021] 所述无线通信管理单元响应无线数据获取单元发出的通信链接命令,二者通信链接后,发送其内部存储的所有监测数据至无线数据获取单元,当监测数据发送完毕后,二者间的通信链接断开,无线通信管理单元进入低功耗周期性休眠状态,无线数据获取单元电源被无人机关断,以节省功耗。

[0022] 优选地,所述获取数据采集单元发送的监测数据,具体包括以下步骤:

[0023] 所述无线采集适配器按照设置的定时测量周期,采集自身接入的传感器的监测数据,并存储所述监测数据,测量完毕后立即进行周期性休眠状态;

[0024] 当接收到无线通信管理单元的唤醒信号后被唤醒,并将所有存储的监测数据发送给无线通信管理单元,数据发送完毕后立即进行周期性休眠状态。

[0025] 优选地,所述无线通信管理单元响应无线数据获取单元发出的通信链接命令,二者通信链接后,发送其内部存储的所有监测数据至无线数据获取单元,当监测数据发送完毕后,二者间的通信链接断开,具体包括以下步骤:

[0026] 当无人机带着无线数据获取单元飞到工程目的地后,所述无线数据获取单元向所述无线通信管理单元发出通信链接命令,当二者建立通信链接后,通过加密协议校验,启动快速数据传输,无线数据获取单元接收由无线通信管理单元发送的其内部存储的监测数据,当监测数据接收完毕后,二者间的通信链接断开。

[0027] 优选地,无线通信管理单元响应无线数据获取单元发出的通信链接命令,二者通信链接后,发送其内部存储的所有监测数据至无线数据获取单元,当监测数据发送完毕后,二者间的通信链接断开步骤之后,还包括:

[0028] 无人机带着无线数据获取单元返回监测中心后,操作人员将所述无线数据获取单元取下,通过无线或有线的连接方式连接至监测中心的计算机,将所述无线数据获取单元中的所有监测数据导出至计算机供后续分析用,完成一次取回监测数据。

[0029] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0030] (1) 本发明提出了一种基于空中无人机和地面低功耗监测网络协同组网构建远程工程及地质灾害监测系统的方法,利用低功耗无线数据采集装置、无线通信管理装置构建部署于地面的低功耗无线传感采集网络;利用无人机远程飞行能力,通过搭载的低功耗无线设备,建立地面与空中的无线通信链路。具体实现过程中,无人机从监测中心机库远程飞行至工程目的地,在目的地上方在预先设置的命令控制下,通过机载无线设备与地面的无线通信管理器建立通信链路,获取定时测量的大量数据后返回监测中心,然后将数据通过有线或无线方式导出至安全监测软件平台,从而实现远程工程及地质灾害监测系统的数据采集、传输及汇聚分析。

[0031] (2) 本发明可适用于偏远地区无GPRS信号覆盖区域的工程应用;本发明中的安全监测系统在地面站采用ZigBee通信,实现低功耗的无线监测网络;利用免费的低功耗的ZigBee通信技术实现空中与地面的数据传输,利用无人机远程取数据,无需移动通信网络

覆盖,扩展了传统安全监测系统的工程应用范围。

[0032] (3)本发明中,部署于地面的安全监测设备采用了系列低功耗无线采集适配器,单个设备功耗休眠功耗低于30uA,故可以使用电池组供电,此外,采用低功耗的无线通信方式 ZigBee,实现了自组织的局域网,降低了对工程电源和通信的要求,方便了现场施工和工程后续运维。

[0033] (4)本发明采用无人机进行数据的远程获取,无人机可以根据路径规划自主飞行,飞行距离可达数十公里,比现有的常用无线通信技术距离远;无人机还可根据需要搭载其它设备,实现多用途,譬如飞行沿途的大气环境监测、农林行业监测应用等。

附图说明

[0034] 图1为本发明一种实施例的安全监测系统的结构示意图;

[0035] 图2为本发明一种实施例的安全监测系统的方法的流程示意图。

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,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0037] 下面结合附图对本发明的应用原理作详细的描述。

[0038] 实施例1

[0039] 本发明实施例提供了一种基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统,包括:数据采集单元、无线通信管理单元、无人机、设于所述无人机上的无线数据获取单元和监测中心;

[0040] 所述数据采集单元部署在地面上,用于采集监测数据;在本实施例的优选实施方式中,所述数据采集单元包括各类传感器、无线点式测斜仪,以及一个或者多个低功耗的无线数据采集适配器,用于实现自动监测工程及地质灾害危险区域内岩土体的重要物理性态参数及相关环境量,例如工程结构体或岩土体位移、倾斜、渗透压力、土压力、温度、流量等。在实际应用过程中,所述无线数据采集适配器可以选用振弦式无线数据采集适配器、差阻式无线数据采集适配器、标准量式无线数据采集适配器或数字量式无线数据采集适配器。所述无线采集适配器采用内置的锂离子电池供电;

[0041] 具体地,所述振弦式无线数据采集适配器实现具备ZIGBEE无线通信功能的弦式传感器数据采集,接入的仪器包括:多点位移计、渗压计、土压力计等;

[0042] 所述差阻式无线数据采集适配器实现具备ZIGBEE无线通信功能的差阻式或电位器式传感器数据采集,接入的仪器包括:位移计、测缝计、渗压计、土压力计等;

[0043] 所述标准量式无线数据采集适配器实现具备ZIGBEE无线通信功能的标准电压量(0-5V或0-10V)或标准电流量(4-20mA)传感器数据采集,接入的仪器包括:土壤湿度计等;

[0044] 所述数字量式无线数据采集适配器实现具备ZIGBEE无线通信功能,能够采集RS485 接口信号的智能传感器数据,接入的仪器包括:串联杆测斜仪、水位计、气温计、土壤湿度计、雷达物位计等;

[0045] 所述无线点式测斜仪为倾斜传感和ZIGBEE无线通信功能,采用结构一体化设计的

智能型传感采集装置。

[0046] 所述无线通信管理单元按照设定的取数周期分别从各数据采集单元读取监测数据并存储,二者之间通过ZigBee网络通信;在本实施例的一种具体实施方式中,所述无线通信管理单元采用无线通信管理器,用于实现ZIGBEE无线数据采集网络协调管理与通信管理,实现与各无线数据采集适配器的数据采集、存储,实现与无人机机载的无线数据获取单元(也可以称之为无线通信设备)的通信和数据传输;优选地,所述无线通信管理单元为无线通信管理单器,采用太阳能供电;

[0047] 所述数据采集单元和无线通信管理单元共同构成地面监测网络;

[0048] 所述无线采集适配器按照设置的定时测量周期,采集自身接入的传感器的监测数据,并存储所述监测数据,测量完毕后立即进行周期性休眠状态,当接收到无线通信管理单元的唤醒信号后被唤醒,并将所有存储的监测数据发送给无线通信管理单元,完成数据发送后立即进行周期性休眠状态;

[0049] 所述无线通信管理单元按照设定的取数周期,唤醒各无线采集适配器,接收各无线采集适配器发送的其存储的所有监测数据,并发出命令将无线采集适配器的数据清空;

[0050] 所述监测中心配置有必要的计算机,计算机内配置有软件信息管理系统,对无人机进行飞行规划、飞行控制和维护管理;

[0051] 所述无人机主要配置有机载的无线数据获取单元,实现按照指令进行远距离飞行,到达目的地后控制所述无线数据获取单元与地面上的无线通信管理单元进行通信,获取相应的测量数据,并按预定指令返航;

[0052] 所述无线数据获取单元按照无人机的指令进行工作,通过ZigBee通信技术与无线通信管理单元建立通信链接并进行通信,获取地面监测网络的监测数据并存储,待返回监测中心可拆下并将数据通过无线或者有线方式传输给监测中心的计算机;即:当所述无人机带着无线数据获取单元飞到工程目的地后,所述无线数据获取单元向所述无线通信管理单元发出通信链接命令,当二者建立通信链接后,无线数据获取单元接收由无线通信管理单元发送的其内部存储的监测数据,当监测数据接收完毕后,二者间的通信链接断开,无人机关断无线数据获取单元电源,带着无线数据获取单元返回监测中心后,操作人员将所述无线数据获取单元取下,通过无线或有线的连接方式连接至监测中心的计算机中的安全监测软件平台,将所述无线数据获取单元中的所有监测数据导出至计算机中的软件平台后供后续分析用,完成一次取回监测数据。

[0053] 实施例2

[0054] 基于与实施例1相同的发明构思,本发明实施例提供了一种基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统的监测方法,包括:

[0055] (1) 在工程所处位置完成现地地面监测网络的构建,所述地面监测网络包括无线连接的数据采集单元和无线通信管理单元;具体地:

[0056] 对各种传感器和无线数据采集适配器的安装实施,即完成数据采集单元的安装实施;

[0057] 对无线通信管理器进行部署,即完成无线通信管理单元的部署;

[0058] 其中,所述无线数据采集适配器采用内置的锂离子电池;所述无线通信管理器采用太阳能供电,包括太阳能电池板、充电管理器和大容量铅酸蓄电池。

[0059] (2) 地面监测网络安装完毕后,在工程现场通过无线通信管理器对无线数据采集适配器的各种参数和定时测量周期进行设置,并设置无线通信管理器定时取数的周期;

[0060] (3) 无线数据采集适配器按照设置的定时测量周期,采集自身接入的传感器的数据,并存储将数据,测量完毕后立即进行周期性休眠状态,以保持低功耗特性;若下次定时测量周期到,则重复执行本步骤。

[0061] (4) 无线通信管理器按照设定的取数周期,执行唤醒无线数据采集适配器的操作。

[0062] (5) 各个无线数据采集适配器被唤醒后,将所有存储的监测数据发送给无线通信管理器,无线通信管理器存储所有无线采集适配器的数据,并发出命令将无线采集适配器的数据清空,并等待下一次取数周期的到来执行步骤(4)。

[0063] (6) 监测中心人员操作无人机,利用飞行控制平台对无人机的飞行路径进行规划,并将工现地地面测量网络中的无线通信管理器的参数信息设置于机载无线数据获取单元,所述记载无线数据获取单元在飞行过程中保持断电,以节省无人机的整体功耗。

[0064] (7) 无人机按照规划好的路径,长距离飞行达到工程目的地上空;

[0065] (8) 无人机通过自身的控制器打开机载无线数据获取单元的电,并发出命令,启动机载无线数据获取单元与无线通信管理器的通信链接操作。

[0066] (9) 机载无线数据获取单元重复发出与无线通信管理器的链接命令,一旦建立链接并通过加密协议校验,即启动快速的数据传输,将存储于无线通信管理器的所有测量数据取回,并存储。

[0067] (10) 机载无线数据获取单元判断接收所有数据是否完毕,若完毕即发信息告知无人机的控制器,无人机收到信息后,即关闭机载无线数据获取单元的电,并按规划路径返航;无线通信管理器则返回空闲状态,等待下一次取数周期的到来执行步骤(4)。

[0068] (11) 无人机返回监测中心后,操作人员将机载无线数据获取单元取下,可以通过无线GPRS、WIFI等方式,也可以有线连接至监测中心的安全监测软件平台,将所有测量数据导出至软件平台后供后续分析用,本次取回监测数据结束。

[0069] 本发明实施例中的监控方法可以应用于实施例1中的基于无人机的远程工程及地质灾害安全监测系统进行数据的采集、发送和处理,完成远程工程及地质灾害的安全监测。

[0070] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,例如可以使用LoRa无线通信技术取代ZigBee通信技术,这些变化和进步都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

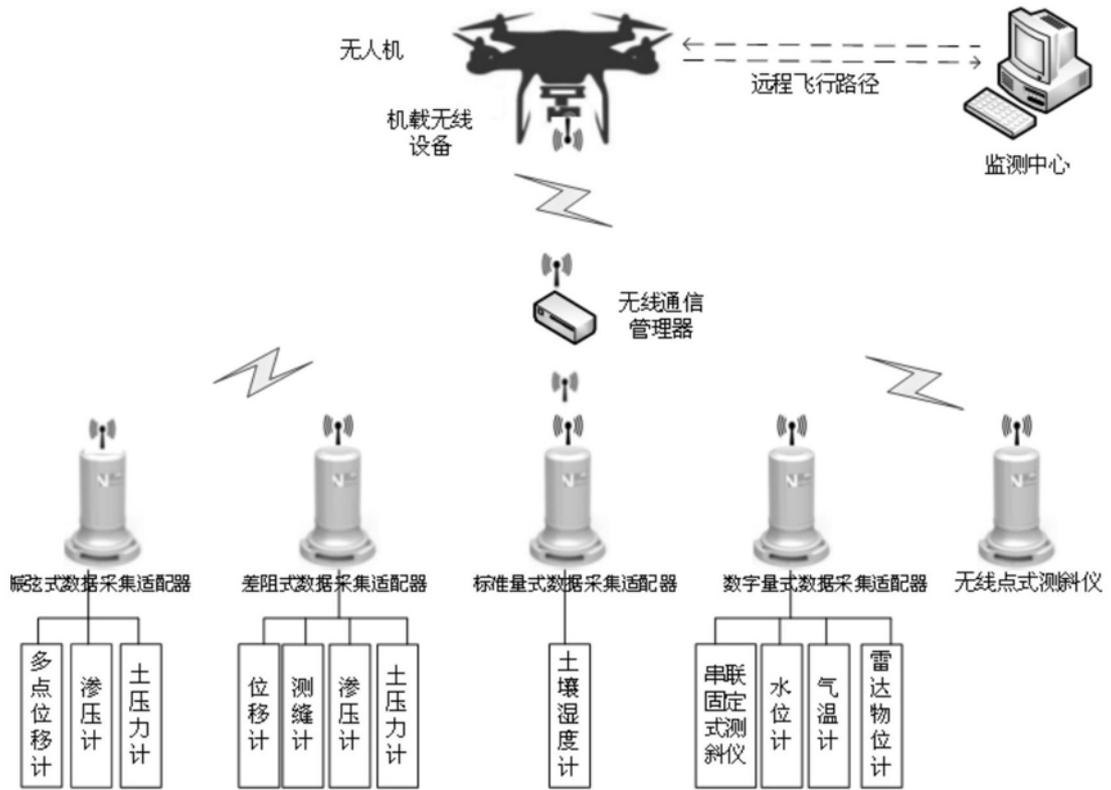


图1

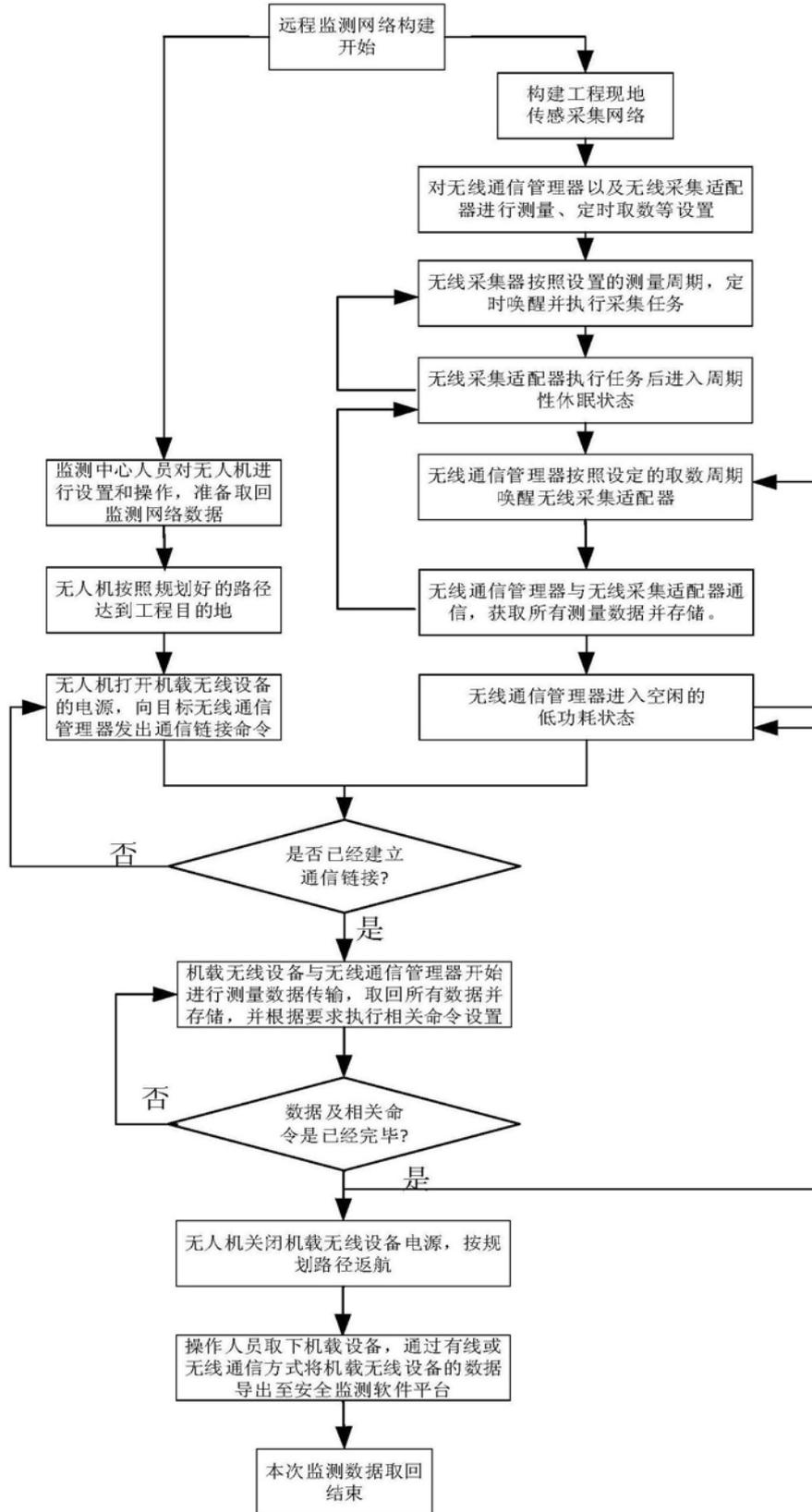


图2