



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107808498 A

(43)申请公布日 2018.03.16

(21)申请号 201711251305.X

(22)申请日 2017.12.01

(71)申请人 四川汇源光通信有限公司
地址 611731 四川省成都市高新区(西区)
新业路2号

(72)发明人 蒋娇娇 苟科磊 宋昌林

(74)专利代理机构 成都金英专利代理事务所
(普通合伙) 51218

代理人 袁英

(51) Int. Cl.

G08B 21/10(2006.01)

G08C 17/02(2006.01)

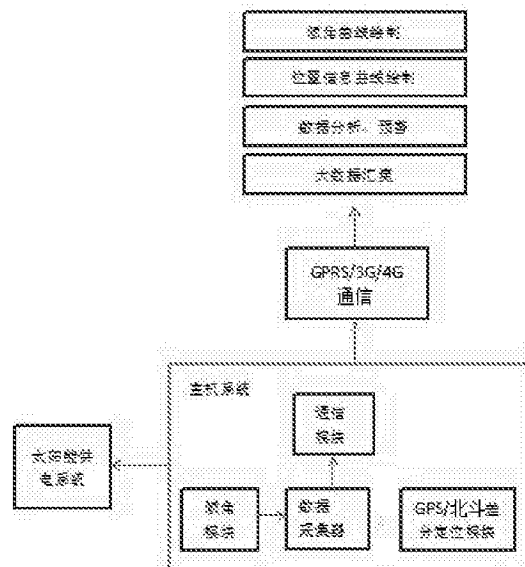
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种山体滑坡的监测方法及应用该方法的监测系统

(57)摘要

本发明公开了一种山体滑坡的监测方法及应用该方法的监测系统,创造性的将倾角传感器和GPS/北斗差分定位相结合的方式来达到监测山体的运动状态,对山体滑坡的判断和预警提供准确的原始数据。本发明将基于GPS/北斗的差分定位方法应用于监测滑坡体,同时监测山体多个监测点的位置数据,消除了卫星时钟,卫星星历,电离层延时和对流层延时等固定误差,大大提高GPS/北斗的定位精度。



1. 一种山体滑坡的监测方法,其特征在于,采用倾角传感器和GPS/北斗差分定位相结合的方式监测山体的运动状态,每间隔一定时间唤醒主机采集一次倾角值和位置数据,当监测到的倾角值和位置数据同时出现异常时,发出山体滑坡的警报信号。

2. 根据权利要求1所述的山体滑坡的监测方法,其特征在于,该方法同时监测多个地区的多个山体,在每个山体内的不同位置设置多组不同的监测点,每个监测点设置至少3组倾角传感器和GPS/北斗差分定位模块,数据集中分析预警模块自动获取每个监测点的至少3组监测数据的平均值作为该监测点的实时数据,所述倾角传感器和GPS/北斗差分定位模块设于主机内,主机的外表面均设有防水、防腐机构,主机内部设有无线通信模块,利用无线网络将多个地区、多个山体的实时信息建立一个数据库,供查询和地质数据分析。

3. 根据权利要求2所述的山体滑坡的监测方法,其特征在于,该方法利用数据集中分析预警系统建立以时间为横坐标轴的倾角数据和空间坐标数据的曲线图,所述数据集中分析预警系统自行设置预警两组数据的组合阈值,远端的三维动画显示屏上实时显示该山体的数据图像,当两组数据同时超出阈值时发出报警信号。

4. 根据权利要求1所述的山体滑坡的监测方法,其特征在于,主机采用太阳能电池供电,主机定时唤醒采集、并上传一次数据,上传完成后各个模块进入休眠模式,以节省用电量。

5. 根据权利要求1所述的山体滑坡的监测方法,其特征在于,当监测到的倾角值异常、位置数据正常,或倾角值正常、位置数据异常时,不发出预警信号,但缩短唤醒主机采集数据的间隔时间。

6. 根据权利要求1所述的山体滑坡的监测方法,其特征在于,同一山体上设置的多个监测点并非均匀分布,在越靠近山体顶端的位置设置的监测点的数量总体上要多于越靠近山体底部的位置的监测点的数量,同时满足山腰位置处的监测点数量多于山腰附近的其他区域。

7. 一种山体滑坡监测系统,其特征在于,该山体滑坡监测系统应用权利要求1-6中任一项所述的监测方法,包括数据集中分析预警系统、主机系统和太阳能供电系统,其中,主机系统包括倾角模块、GPS/北斗差分定位模块和数据采集器,主机系统还内置有通信模块,所述通信模块可通过GPRS/3G/4G通信方式将主机系统采集的数据传送到所述数据集中分析预警系统,所述数据集中分析预警系统将倾角数据和位置数据绘制成以时间为横坐标轴的倾角数据和空间坐标数据的曲线图,所述数据集中分析预警系统根据实时的倾角数据和位置数据进行数据分析和预警,同时将数据存储并建立包括多个地区、多个山体的地质数据的数据库,供查询和地质分析。

8. 根据权利要求7所述的山体滑坡监测系统,其特征在于,主机系统还包括山体变形速率监测模块、地质层震动幅度监测模块和地质层液位监测模块,上述三个监测模块所监测到的数据用来反馈判断基于倾角数据和位置数据所得到的监测结果的准确性,并辅助综合预判山体滑坡的预警等级。

9. 根据权利要求7所述的山体滑坡监测系统,其特征在于,所述数据集中分析预警系统与气象台、电视台、电台、交警部门、自然灾害应急处理部门之间设有自动拨线连接,当数据集中分析预警系统判断某一山体发生山体滑坡时,会自动与上述气象台、电视台、电台、交警部门、自然灾害应急处理部门连线,发出山体滑坡预警信号,播报山体滑坡的位置坐标、

预警等级,便于及时应对处理。

10. 根据权利要求7-9任一项所述的山体滑坡监测系统,其特征在于,该监测系统还可用于大坝安全监测、公路边坡监测、隧道沉降监测。

一种山体滑坡的监测方法及应用该方法的监测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及山体滑坡监测领域,尤其涉及一种山体滑坡的监测方法及应用该方法的监测系统。

背景技术

[0002] 山体滑坡是常见自然地质灾害,常常会造成交通中断,河道堵塞甚至大规模的人员伤亡给国家建设和人民生命财产造成严重损失,实时监测山体状态,并发布滑坡预警信息对防灾减灾具有重要意义。现有的山体滑坡监测方法,多采用倾角传感器、雨量传感器、土壤水分传感器,监测山体的总体状态,以预测山体滑坡灾害。但上述监测方法由于不确定因素较多,需要大量的山体滑坡案例的数据作为支撑来建立预判模型,并且需要复杂的运算方法和判断逻辑,才能实现对山体滑坡的监测,同时监测的精度较差。

[0003] 为了解决上述问题,本发明提出一种山体滑坡的监测方法及应用该方法的监测系统。

发明内容

[0004] 本发明提出一种山体滑坡的监测方法及应用该方法的监测系统。从山体滑坡孕育过程入手,观测物理现象获得原始信息,在研究观念上科学地从滑坡源头做起,由信息检测深入,对滑坡关键信息进行分析处理,并在前人研究成果的基础上融合新的观点,以微机械电子、信息、计算机技术,GPS/北斗差分定位技术为基础,创造性的将倾角传感器和GPS/北斗差分定位相结合的方式来达到监测山体的运动状态,对山体滑坡的判断和预警提供准确的原始数据。

[0005] 倾角传感器:测滑坡地段倾角的变化,由微机械电子模块构成,其电信号输出大小即反映滑坡体倾角的变化。

[0006] GPS/北斗差分定位:通过模块自带的GPRS/3G/4G或者无线数据链来接收来自差分数据服务的差分数据,对当前位置进行修正。定位采用基于GPS/北斗差分定位方法,以消除卫星时钟,卫星星历,电离层延时和对流层延时等固定误差。大大提高GPS/北斗的定位精度。根据输出信息可以得知山体某监测点在空间中的高精度位置数据。

[0007] 倾角传感器与GPS/北斗差分定位系统组合构成监测节点,并配套一个GPRS/3G/4G通信和太阳能供电装置。在滑坡体内布设多组节点,实时综合监测滑坡的变化过程。每间隔一定时间唤醒主机系统采集一次倾角值和位置数据,采用GPRS/3G/4G无线传输方式将传感器在坡体获取的以上两种监测信息传输到数据集中分析预警系统,数据集中分析预警系统将上传的倾角数据以横坐标为时间,纵坐标分别为倾角绘制一组二维趋势曲线。将位置数据以横坐标为时间,再根据位置信息绘制三维空间坐标。根据两组趋势曲线可以直观的看到监测点的地理变化情况。根据滑坡土体运动特点可以手动设置预警阈值,设置最新倾角采样值相对于初始值偏离一定度数以上,且位置偏离一定距离以上,系统马上给予预警信号。且预警系统可同时汇集多个地区,多个坡段,多个监测点的信息,海量数据在预警系统

汇集,不仅起到监测预警作用还可供查询,地质分析,地质评估提供原始数据。结合各个坡段的监测点数据分析可以预估该地段是否有发生滑坡的可能并预先判断滑坡的范围和可能造成的危害程度。方便人们及时作出相应预防措施,避免悲剧的发生。

[0008] 主机系统平时处于省电模式,各个模块进入休眠状态,定时唤醒采集上传一次数据,上传完成后立即进入省电模式。系统采用太阳能供电,太阳能持续为电池充电,所存储电量可供设备在阴雨天气工作3个月以上。用户无需再考虑供电问题。

[0009] 具体的,本发明采用倾角传感器和GPS/北斗差分定位相结合的方式监测山体的运动状态,每间隔一定时间唤醒主机采集一次倾角值和位置数据,当监测到的倾角值和位置数据同时出现异常时,发出山体滑坡的警报信号。

[0010] 该方法同时监测多个地区的多个山体,在每个山体内部的不同位置设置多组不同的监测点,每个监测点设置至少3组倾角传感器和GPS/北斗差分定位模块,数据集中分析预警模块自动获取每个监测点的至少3组监测数据的平均值作为该监测点的实时数据,所述倾角传感器和GPS/北斗差分定位模块设于主机内,主机的外表面均设有防水、防腐机构,主机内部设有无线通信模块,利用无线网络将多个地区、多个山体的实时信息建立一个数据库,供查询和数据分析。

[0011] 进一步地,在同一山体上设置的多个监测点并非均匀分布,山腰位置处设置的监测点数量要多于山腰附近的其他区域,除山腰位置之外,在越靠近山体顶端的位置设置的监测点的数量总体上要多于越靠近山体底部的位置的监测点的数量,或者说,越靠近山体顶端的位置,监测点设置越密集。例如:对于较大的山体,监测点数量的设置可以按照海拔高低依次平均递减,对于近似呈现椎体形状的山体,则可以根据山体的实际形状,遵循相邻监测点之间的间隔距离按照海拔从高到低的顺序依次增大的规律,同时,在山腰位置处设置的监测点数量要多于山腰附近的其他区域。

[0012] 该方法利用数据集中分析预警系统建立以时间为横坐标轴的倾角数据和空间坐标数据的曲线图,所述数据集中分析预警系统自行设置预警两组数据的组合阈值,远端的三维动画显示屏上实时显示该山体的数据图像,当两组数据同时超出阈值时发出报警信号;系统汇集了多地区、多个坡段、多个监测点的实时信息,海量数据在预警系统汇集,不仅起到监测预警作用还可供查询,地质分析,并为各地区的地质评估提供原始数据。

[0013] 为了增加利用上述监测方法判断山体滑坡的准确性,该方法还要同时监测每个山体的山体变形速率、地质层震动幅度和地质层液位等数据,用来反馈、修正监测结果的准确性,并且辅助综合判断山体滑坡的预警等级。

[0014] 主机采用太阳能电池供电,主机定时唤醒采集、并上传一次数据,上传完成后各个模块进入休眠模式,以节省用电量。当监测到的倾角值异常、位置数据正常,或倾角值正常、位置数据异常时,不发出预警信号,但缩短唤醒主机采集数据的间隔时间;当某一地区内出现至少一个山体发生山体滑坡时,增加主机对该地区内的其他未发生山体滑坡的山体的数据采集频率,并做好前期预警工作。

[0015] 本发明还提供一种应用上述监测方法的山体滑坡监测系统,包括数据集中分析预警系统、主机系统和太阳能供电系统,其中,主机系统包括倾角模块、GPS/北斗差分定位模块和数据采集器,主机系统还内置有通信模块,所述通信模块可通过GPRS/3G/4G通信方式将主机系统采集的数据传送到所述数据集中分析预警系统,所述数据集中分析预警系统将

倾角数据和位置数据绘制成以时间为横坐标轴的倾角数据和空间坐标数据的曲线图,所述数据集中分析预警系统根据实时的倾角数据和位置数据进行数据分析和预警,同时将数据存储并建立包括多个地区、多个山体的地质数据的数据库,供查询和地质分析。

[0016] 进一步地,主机系统还包括山体变形速率监测模块、地质层震动幅度监测模块和地质层液位监测模块,用来反馈、修正监测结果的准确性,并辅助综合判断山体滑坡的预警等级。

[0017] 所述数据集中分析预警系统与气象台、电视台、电台、交警部门、自然灾害应急处理部门之间设有自动拨线连接,当数据集中分析预警系统判断某一山体发生山体滑坡时,会自动与上述单位连线,发出山体滑坡预警信号,播报山体滑坡的位置坐标、预警等级,便于及时应对处理。

[0018] 所述山体滑坡监测系统还可用于大坝安全监测、公路边坡监测、隧道沉降监测。

[0019] 本发明的有益效果在于:

1、首次将GPS/北斗差分定位方式用于检测山体滑坡,消除了卫星时钟、卫星星历、电离层延时和对流层延时等固定误差,得到高精度的位置信息,为数据分析系统提供精确的原始数据。

[0020] 2、采用GPS/北斗差分定位和倾角传感器相结合的方式监测山体滑坡,对于山体滑坡的判断直接,不需要大量的山体滑坡数据作为模型支撑,不需要复杂的运算方法和判断逻辑,不需要考虑多种因素之间的相互干扰。

[0021] 3、原创设计两种传感器来获取山体滑坡孕育过程信息:倾角和位置信息,充分利用现代微电子、微机电、电磁学和GPS/北斗差分定位等新技术。

[0022] 4、利用现代无线网络技术将多个地区多个坡体坡体,坡体不同监测点获取的信息自动汇总并综合分析决策预警,建立大数据系统;数据集中分析预警系统建立以时间为横坐标轴的倾角数据和空间坐标数据的曲线图,三维动画显示屏上实时显示该山体的数据图像,数据直观,实现人机交互。

[0023] 5、设备工作在间断唤醒的省电模式,且采用太阳能供电方式,无需人为送电,节省人力和资源,绿色环保。当监测到部分数据异常或附近山体存在山体滑坡现象时,缩短每次唤醒的间隔时间,提高山体滑坡可能性较高时期的判断精度。

[0024] 6、数据集中分析预警模块与气象台、电视台、电台、交警部门、自然灾害应急处理部门之间设有自动拨线连接,当主机系统判断某一山体发生山体滑坡时,会第一时间自动与上述单位连线,发出山体滑坡预警信号,播报山体滑坡的位置坐标、预警等级,对山体滑坡的应对和灾后处理较及时。

[0025] 7、对于每个山体,还要监测山体变形速率、地质层震动幅度和地质层液位等数据,用来辅助综合判断山体滑坡的预警等级,修正基于倾角数据和位置数据的判断结果,提高监测精度。

[0026] 8、在同一山体上设置的多个监测点并非均匀分布,在越靠近山体顶端的位置设置的监测点的数量总体上要多于越靠近山体底部的位置的监测点的数量,或者说,越靠近山体顶端的位置,监测点设置越密集,同时满足山腰位置处的监测点数量多于山腰附近的其他区域;上述设置方式的监测结果准确,且节约成本。

[0027] 9、适应范围广及具有很好的推广前景,作品设计充分考虑了山区的地形特点和资

源条件,安装简便,无需专业人员操作,且成本低,可广泛布设并推广应用于山区的村庄、居民区、重要铁路和公路等附近的山体,应用前景广阔。系统具有成本低、长寿命、安装简便、操作简单,自动预警等特点,它的推广应用经济效益显著。本作品的研究成果对提高山体滑坡的早期预报和防灾减灾工作水平具有重要的社会效益意义。

[0028] 10、同样的监测方案还可用于大坝安全监测,公路边坡监测,隧道沉降等需要监测地质土壤移动坍塌等情况。

附图说明

[0029] 图1是基于倾角传感器和GPS/北斗差分定位的山体滑坡监测系统的结构图;

图2是图1中山体滑坡监测系统的工作流程图;

图3是图1中GPS/北斗差分定位模块的差分校准步骤图。

具体实施方式

[0030] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解,现对照附图说明本发明的具体实施方式。

[0031] 如图1所示,本发明提供一种基于GPS北斗差分定位和倾角传感器的山体滑坡监测监测系统,包括数据集中分析预警系统、主机系统和太阳能供电系统,其中,主机系统包括倾角模块、GPS/北斗差分定位模块和数据采集器,主机系统还内置有通信模块,所述通信模块可通过GPRS/3G/4G通信方式将主机系统采集的数据传送到所述数据集中分析预警系统,所述数据集中分析预警系统将倾角数据和位置数据绘制成以时间为横坐标轴的倾角数据和空间坐标数据的曲线图,所述数据集中分析预警系统根据实时的倾角数据和位置数据进行数据分析和预警,同时将数据存储并建立包括多个地区、多个山体的地质数据的数据库,供查询和地质分析。

[0032] 从山体滑坡孕育过程入手,观测物理现象获得原始信息,在研究观念上科学地从滑坡源头做起,由信息检测深入,对滑坡关键信息进行分析处理,并在前人研究成果的基础上融合新的观点,以微机械电子、信息、计算机技术,GPS/北斗差分定位技术为基础,创造性的将倾角传感器和GPS/北斗差分定位相结合的方式来达到监测山体的运动状态,对山体滑坡的判断和预警提供准确的原始数据。

[0033] 倾角传感器:测滑坡地段倾角的变化,由微机械电子模块构成,其电信号输出大小即反映滑坡体倾角的变化。

[0034] GPS/北斗差分定位:通过模块自带的GPRS/3G/4G或者无线数据链来接收来自差分数据服务的差分数据,对当前位置进行修正。GPS/北斗差分定位模块的差分校准步骤如图3所示,基于该差分定位方法,能够消除卫星时钟,卫星星历,电离层延时和对流层延时等固定误差,大大提高GPS/北斗的定位精度。根据输出信息可以得知山体某监测点在空间中的高精度位置数据。

[0035] 倾角传感器与GPS/北斗差分定位系统组合构成监测节点,并配套一个GPRS/3G/4G通信和太阳能供电装置。在滑坡体内布设多组节点,实时综合监测滑坡的变化过程。每隔一定时间唤醒主机系统采集一次倾角值和位置数据,采用GPRS/3G/4G无线传输方式将传感器在坡体获取的以上两种监测信息传输到数据集中分析预警系统,数据集中分析预警系统

将上传的倾角数据以横坐标为时间,纵坐标分别为倾角绘制一组二维趋势曲线。将位置数据以横坐标为时间,再根据位置信息绘制三维空间坐标。根据两组趋势曲线可以直观的看到监测点的地理变化情况。根据滑坡土体运动特点可以手动设置预警阈值,设置最新倾角采样值相对于初始值偏离一定度数以上,且位置偏离一定距离以上,系统马上给予预警信号。且预警系统可同时汇集多个地区,多个坡段,多个监测点的信息,海量数据在预警系统汇集,不仅起到监测预警作用还可供查询,地质分析,地质评估提供原始数据。结合各个坡段的监测点数据分析可以预估该地段是否有发生滑坡的可能并预先判断滑坡的范围和可能造成的危害程度。方便人们及时作出相应预防措施,避免悲剧的发生。

[0036] 主机系统还包括山体变形速率监测模块、地质层震动幅度监测模块和地质层液位监测模块,用来反馈、修正监测结果的准确性,并辅助综合判断山体滑坡的预警等级。

[0037] 所述数据集中分析预警模块与气象台、电视台、电台、交警部门、自然灾害应急处理部门之间设有自动拨线连接,当主机系统判断某一山体发生山体滑坡时,会自动与上述单位连线,发出山体滑坡预警信号,播报山体滑坡的位置坐标、预警等级,便于及时应对处理。

[0038] 主机系统平时处于省电模式,各个模块进入休眠状态,定时唤醒采集上传一次数据,上传完成后立即进入省电模式。系统采用太阳能供电,太阳能持续为电池充电,所存储电量可供设备在阴雨天气工作3个月以上。用户无需再考虑供电问题。

[0039] 如图2所示,本发明提出一种基于GPS北斗差分定位和倾角传感器的山体滑坡监测监测方法,采用倾角传感器和GPS/北斗差分定位相结合的方式监测山体的运动状态,每间隔一定时间唤醒主机采集一次倾角值和位置数据,这里所述的“每间隔一定时间”,监测人员可根据具体情况合理设置,并没有限定必须是某一个确定的时间间隔。当监测到的倾角值和位置数据同时出现异常时,发出山体滑坡的警报信号。该方法同时监测多个地区的多个山体,在每个山体内部的不同位置设置多组不同的监测点,每个监测点设置至少3组倾角传感器和GPS/北斗差分定位模块,数据集中分析预警模块自动获取每个监测点的至少3组监测数据的平均值作为该监测点的实时数据,所述倾角传感器和GPS/北斗差分定位模块设于主机内,主机的外表面均设有防水、防腐机构,主机内部设有无线通信模块,利用无线网络将多个地区、多个山体的实时信息建立一个数据库,供查询和数据分析。

[0040] 进一步地,在同一山体上设置的多个监测点并非均匀分布,在越靠近山体顶端的位置设置的监测点的数量总体上要多于越靠近山体底部的位置的监测点的数量,或者说,越靠近山体顶端的位置,监测点设置越密集。例如:对于较大的山体,监测点数量的设置可以按照海拔高低依次平均递减;考虑到部分山体呈现近似椎体的形状,对于此类山体监测点的设置则可以根据山体的实际形状,遵循相邻监测点之间的间隔距离按照海拔从高到低的顺序依次增大的规律,同时在山腰位置处设置的监测点数量要多于山腰附近的其他区域。

[0041] 该方法利用数据集中分析预警系统建立以时间为横坐标轴的倾角数据和空间坐标数据的曲线图,所述数据集中分析预警系统自行设置预警两组数据的组合阈值,远端的三维动画显示屏上实时显示该山体的数据图像,当两组数据同时超出阈值时发出报警信号;系统汇集了多地区、多个坡段、多个监测点的实时信息,海量数据在预警系统汇集,不仅起到监测预警作用还可供查询,地质分析,并为各地区的地质评估提供原始数据。

[0042] 主机采用太阳能电池供电,主机定时唤醒采集、并上传一次数据,上传完成后各个模块进入休眠模式,以节省用电量。当监测到的倾角值异常、位置数据正常,或倾角值正常、位置数据异常时,不发出预警信号,但缩短唤醒主机采集数据的间隔时间;当某一地区内出现至少一个山体发生山体滑坡时,增加主机对该地区内的其他未发生山体滑坡的山体的数据采集频率,并做好前期预警工作。

[0043] 为了增加利用上述监测方法判断山体滑坡的准确性,该方法还要同时监测每个山体的山体变形速率、地质层震动幅度和地质层液位等数据,用来反馈、修正监测结果的准确性,并且辅助综合判断山体滑坡的预警等级。

[0044] 数据集中分析预警系统与气象台、电视台、电台、交警部门、自然灾害应急处理部门之间设有自动拨线连接,当数据集中分析预警系统判断某一山体发生山体滑坡时,会自动与上述单位连线,发出山体滑坡预警信号,播报山体滑坡的位置坐标、预警等级,便于及时应对处理。

[0045] 该方法还可用于大坝安全监测、公路边坡监测、隧道沉降监测。

[0046] 需要说明的是,对于前述的各个方法实施例,为了简单描述,故将其都表述为一系列的动作组合,但是本领域技术人员应该知悉,本申请并不受所描述的动作顺序的限制,因为依据本申请,某一些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次,本领域技术人员也应该知悉,说明书中所描述的实施例均属于优选实施例,所涉及的动作和单元并不一定是本申请所必须的。

[0047] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中并没有详细描述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0048] 以上所揭露的仅为本发明较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,因此依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。

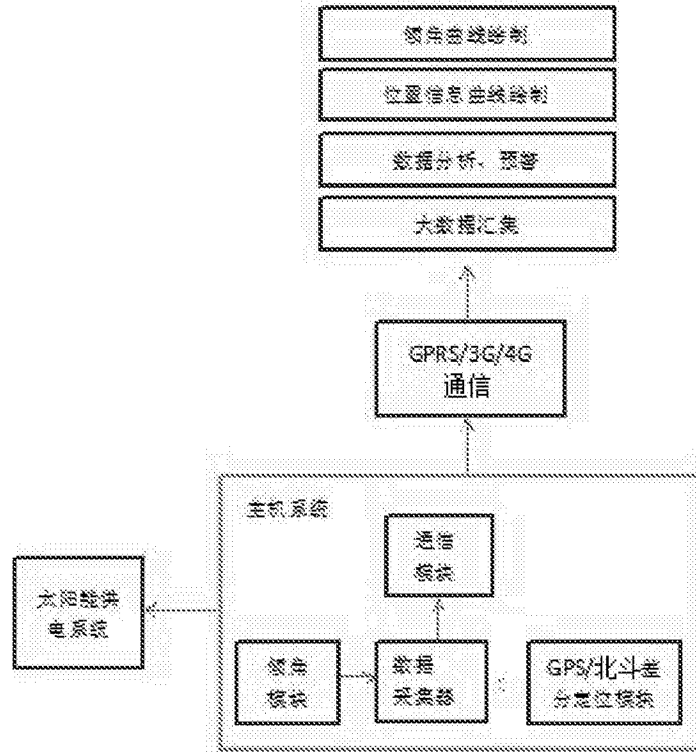


图1

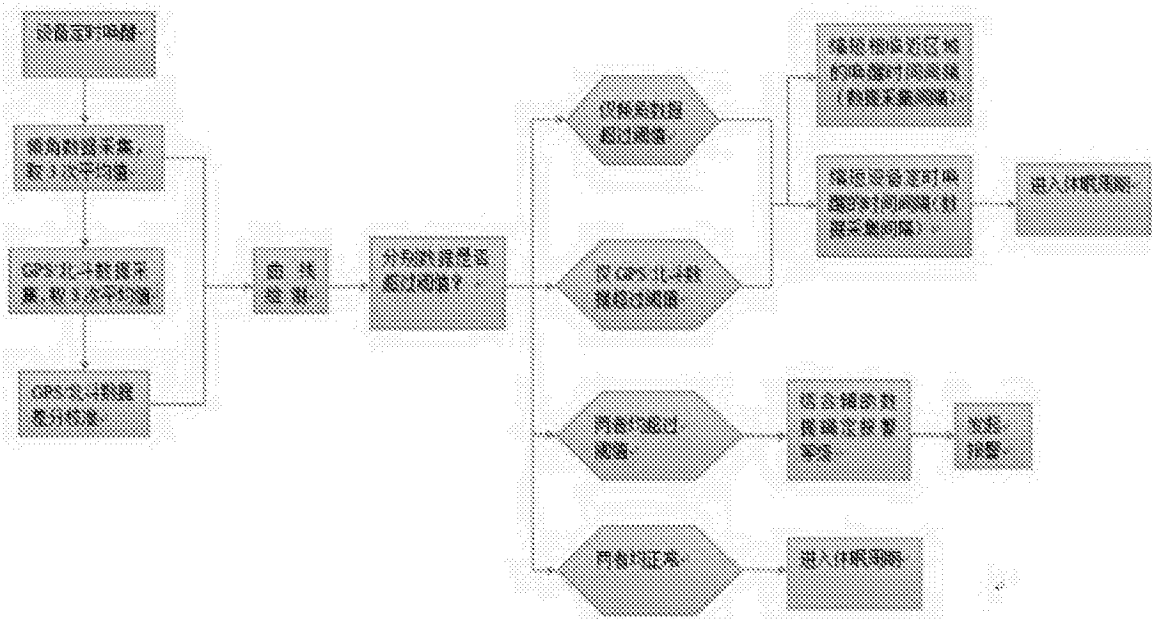


图2

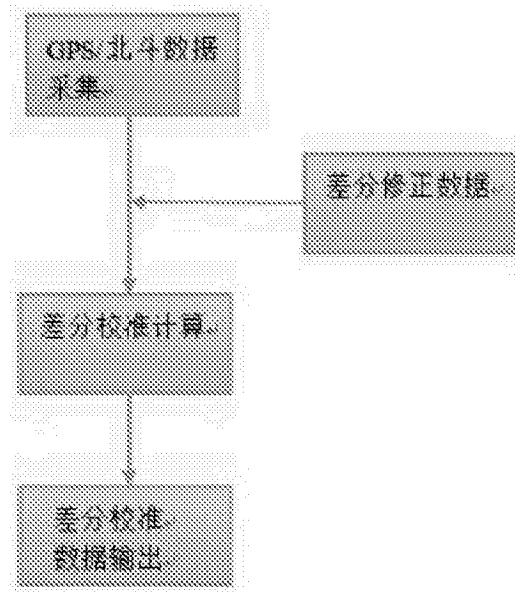


图3