



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104111464 B

(45)授权公告日 2017.01.11

(21)申请号 201410323774.8

G01C 15/00(2006.01)

(22)申请日 2014.07.04

H04L 29/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 李二翠

申请公布号 CN 104111464 A

(43)申请公布日 2014.10.22

(73)专利权人 安徽理工大学

地址 230001 安徽省淮南市田家庵区舜耕
中路168号

(72)发明人 余学祥 吕伟才 柯福阳 赵兴旺

姚佩超 王星 王新志 杨旭

朱亚洲 蒋新源 刘兴亮

(74)专利代理机构 安徽汇朴律师事务所 34116

代理人 汪蕙

(51)Int.Cl.

G01S 19/14(2010.01)

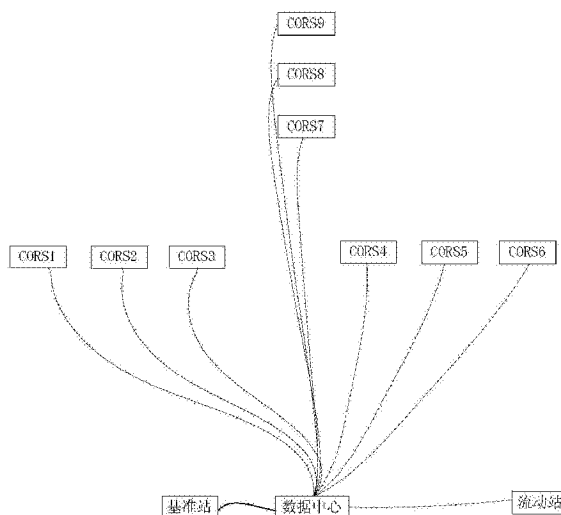
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

煤矿开采地表移动变形自动化监测系统

(57)摘要

一种煤矿开采地表移动变形自动化监测系统,GNSS基准站子系统的CORS专用接收机实时采集GNSS卫星数据,并传递到数据监控中心子系统。实时监测站子系统包括GNSS连续运行监测站和非连续实时监测站。GNSS连续运行监测站的GNSS监测专用接收机实时不间断上传观测数据至GNSS基准站子系统和接收GNSS基准站子系统提供的差分数据,并通过网络通讯子系统将观测的数据上传到GNSS基准站子系统。非连续实时监测站是外业采集终端系统;数据监控中心子系统与GNSS基准站子系统之间依靠信号馈线连接,与实时监测站子系统通过网络通讯子系统连接。本发明的优点在于:能实时采集监测点移动变形信息,并实时发送数据信息指导预测矿区的沉陷情况,大大增加了矿区沉陷监测的高效性。



1. 一种煤矿开采地表移动变形自动化监测系统,其特征在于:包括GNSS基准站子系统、实时监测站子系统、数据监控中心子系统、网络通讯子系统;

所述GNSS基准站子系统包括CORS专用接收机、CORS专用天线、馈线、避雷针、馈线避雷器、电源避雷器、强制对中装置、观测墩,架设在观测墩顶部强制对中装置的CORS专用天线用馈线连接CORS专用接收机的GNSS接口,馈线避雷器连接避雷针和电源避雷器,CORS专用接收机实时跟踪、采集、传输、存储GNSS卫星数据,并将结果传递到数据监控中心子系统,为实时监测站子系统逆向网络RTK提供差分数据,同时也为实时监测站子系统提供变形分析参照基准;

所述实时监测站子系统包括GNSS连续运行监测站和非连续实时监测站;

其中GNSS连续运行监测站包含GNSS监测专用接收机、大地测量型天线、UPS电源、馈线、倾斜仪、避雷针、馈线避雷器、电源避雷器、太阳能电池板、强制对中装置、网络摄像头、仪器设备箱和相关仪器支架、观测墩,架设在观测墩顶部强制对中装置上的CORS专用天线用馈线连接CORS专用接收机GNSS接口,馈线避雷器连接避雷针和电源避雷器,GNSS监测专用接收机,提供24小时不间断传输、存储GNSS卫星数据,实时接收GNSS基准站子系统提供的差分监测服务,并实时不间断上传观测数据至数据监控中心子系统,连续运行监测站分别布设于地表移动变形的关键部位,实时跟踪、采集、分析数据,实现网络RTK,并通过网络通讯子系统将接收机所观测的数据上传到GNSS基准站子系统;

所述非连续实时监测站是以移动平台为控制终端,集GPS、全站仪、数字水准仪一体化的外业采集终端系统;

数据监控中心子系统,主要由服务器、显示器、路由器、防火墙、软件组成,与GNSS基准站子系统之间依靠信号馈线连接,获取基准站所提供的数据并转发给实时监测站子系统,数据监控中心子系统与实时监测站子系统通过网络通讯子系统连接,数据监控中心子系统管理GNSS基准站子系统与实时监测站子系统,对所得数据进行数据处理、分析、成果输出;

所述数据监控中心子系统的软件的模块及工作流程如下:

①基准站串口通讯模块,实现数据监控中心子系统与GNSS基准站子系统之间的实时连接,实时接收实时监测站子系统的原始观测数据和差分信息,并实时将数据分类压缩存储至地表移动监测信息综合数据库;

②基于NTRIP协议监测站网络通讯模块,实现数据监控中心子系统与GNSS连续运行监测站之间的实时连接,并将从实时接收GNSS基准站的差分信息转发给GNSS连续运行监测站使GNSS连续运行监测站实现RTK定位,并将其定位的结果以NMEA的数据格式传输至地表移动监测信息综合数据库;

③基准站、监测站运行监测模块,通过串口通讯和网线网络实时对GNSS基准站子系统和实时监测站子系统进行完好性监测,主要监测观测数据的完整性、信噪比、精度因子主要指标及设备运行状况;

④数据处理分析模块,对连续运行监测站子系统的GNSS测量以及非连续运行监测站子系统的GNSS测量、导线测量、水准测量的外业成果进行数据处理和质量分析;

⑤地表移动变形分析模块,利用GNSS基准站子系统准确位置和实时监测站子系统实时定位结果,解算出相对位移量、倾斜率、变形曲率地表移动变形信息,并将其存储至地表移动监测信息综合数据库;

⑥煤矿开采沉陷参数解算模块,利用地表移动变形数据及地质条件参数,解算出开采沉陷参数,并将其存储至地表移动监测信息综合数据库,为类似地质采矿条件下的开采沉陷预计提供可靠依据;

⑦地表移动变形预计模块,利用概率积分法预计模型,实现对单个或多个回采工作面开采引起的地表移动变形进行静态预计、动态预计和某一时间点的预计;

⑧GIS空间信息管理、分析模块,实现对数据的高效管理和操作,提供高可靠性、高质量的数据处理成果,为煤矿安全生产、妥善地安排采动区上方村庄搬迁时间和顺序、安全地留设保护煤柱节约煤炭资源、矿区生态环境治理提供基础信息;

⑨报表输出模块,对高质量的数据处理成果,采用一定的格式输出成报表进行保存。

2. 如权利要求1所述的一种煤矿开采地表移动变形自动化监测系统,其特征在于:所述GNSS基准站子系统的观测墩架设于承重梁上部,在底部均匀位置用膨胀螺丝将其固定并焊接,观测墩安装强制对中装置,GNSS专用天线固定在强制对中装置的基座板中心点。

3. 如权利要求2所述的一种煤矿开采地表移动变形自动化监测系统,其特征在于:所述GNSS基准站子系统的观测墩为不锈钢管。

4. 如权利要求1所述的一种煤矿开采地表移动变形自动化监测系统,其特征在于:所述地表移动变形自动化监测系统的GNSS连续运行监测站子系统观测墩保持铅垂状态竖立于基坑,并在其侧边放置一个PVC管以存放倾斜仪,再用水泥沙石浇注,水泥电线杆顶部安装强制对中装置,强制对中装置的基座板中心点上带旋转螺纹或卡口,GNSS专用天线固定在强制对中装置的基座板中心点,强制对中装置旁安装网络摄像头、支撑太阳能电池板、UPS电源和GNSS监测专用接收机,在离水泥电线杆顶和底部和PVC管各钻一个圆孔,用于埋设倾斜仪传感器电缆。

5. 如权利要求4所述的一种煤矿开采地表移动变形自动化监测系统,其特征在于:所述GNSS连续运行监测站子系统观测墩为水泥电线杆用混凝土浇注而成。

煤矿开采地表移动变形自动化监测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及监测系统,尤其涉及一种煤矿开采地表移动变形自动化监测系统。

背景技术

[0002] 随着采煤技术的不断提高,采煤活动的不断加剧,采煤对环境已造成巨大危害。在采煤过程中会造成地表沉降,矿山开采造成地表下沉而带来一系列灾难性的后果,如平地积水、农田减产、道路裂缝、房屋倒塌等,不仅是耕地减少的重要原因,也是制约矿山生产的瓶颈之一。传统的煤矿开采沉陷监测数据采集通过建立观测站,采用全站仪以及水准仪进行定期观测,方法单一,手段落后、效率低、信息化程度低,造成人力物力的浪费,不能有效保证移动变形信息的准确性、可靠性和实时性。如果能有一套煤矿开采地表移动变形自动化监测系统能够实时采集监测点,并且实时发送数据信息引导预测矿区的沉陷情况,安全管理体系的健全,则对保护国家财产安全有着非常重要的意义。

[0003] 随着卫星导航定位技术、Internet技术、移动技术的发展,集成基于GIS的全站仪、数字水准仪、GPS等先进技术的开采沉陷监测数据采集终端系统成为可能。

发明内容

[0004] 本发明的所要解决的技术问题在于提供一种能够实时采集监测点,并且实时发送数据信息引导预测矿区的沉陷情况的煤矿开采地表移动变形自动化监测系统。

[0005] 本发明采用以下技术方案解决上述技术问题的:一种煤矿开采地表移动变形自动化监测系统,包括GNSS基准站子系统、实时监测站子系统、数据监控中心子系统、网络通讯子系统;

[0006] 所述GNSS基准站子系统包括CORS专用接收机、CORS专用天线、馈线、避雷针、馈线避雷器、电源避雷器、强制对中装置、观测墩,架设在观测墩顶部强制对中装置的CORS专用天线用馈线连接CORS专用接收机的GNSS接口,馈线避雷器连接避雷针和电源避雷器,CORS专用接收机实时跟踪、采集、传输、存储GNSS卫星数据,并将结果传递到数据监控中心子系统,为实时监测站子系统逆向网络RTK提供差分数据,同时也为实时监测站子系统提供变形分析参照基准;

[0007] 所述实时监测站子系统包括GNSS连续运行监测站和非连续实时监测站;

[0008] 其中GNSS连续运行监测站包含GNSS监测专用接收机、大地测量型天线、UPS电源、馈线、倾斜仪、避雷针、馈线避雷器、电源避雷器、太阳能电池板、强制对中装置、网络摄像头、仪器设备箱和相关仪器支架、观测墩,架设在观测墩顶部强制对中装置上的CORS专用天线用馈线连接CORS专用接收机GNSS接口,馈线避雷器连接避雷针和电源避雷器,GNSS监测专用接收机,提供24小时不间断监测服务,并实时不间断上传观测数据至GNSS基准站子系统,连续运行监测站分别布设于地表移动变形的关键部位,实时跟踪、采集、传输、存储GNSS卫星数据,实时接收GNSS基准站子系统提供的差分数据,实现网络RTK,并通过网络通讯子系统将接收机所观测的数据上传到GNSS基准站子系统;

[0009] 所述非连续实时监测站是以移动平台为控制终端,集GPS、全站仪、数字水准仪一体化的外业采集终端系统;

[0010] 数据监控中心子系统,主要由服务器、显示器、路由器、防火墙、软件等组成,与GNSS基准站子系统之间依靠信号馈线连接,获取基准站所提供的数据并转发给实时监测站子系统,数据监控中心子系统与实时监测站子系统通过网络通讯子系统连接,数据监控中心子系统管理GNSS基准站子系统与实时监测站子系统,对所得数据进行数据处理、分析、成果输出。

[0011] 作为进一步的方案,所述GNSS基准站子系统的观测墩架设于承重梁上部,在底部均匀位置用膨胀螺丝将其固定并焊接,观测墩安装强制对中装置,GNSS专用天线固定在强制对中装置的基座板中心点

[0012] 优化的,所述GNSS基准站子系统的观测墩为不锈钢管。

[0013] 优化的,所述地表移动自动化监测系统的GNSS连续运行监测站子系统观测墩保持铅垂状态竖立于基坑,并在其侧边放置一个PVC管以存放倾斜仪,再用水泥沙石浇注,水泥电线杆顶部安装强制对中装置,强制对中装置的基座板中心点上带旋转螺纹或卡口,GNSS专用天线固定在强制对中装置的基座板中心点,强制对中装置旁安装网络摄像头、支撑太阳能电池板、UPS电源和GNSS监测专用接收机,在离水泥电线杆顶和底部和PVC管各钻一个圆孔,用于埋设倾斜仪传感器电缆。

[0014] 优化的,所述GNSS连续运行监测站子系统观测墩为水泥电线杆用混凝土浇注而成。

[0015] 优化的,本发明地表移动自动化监测系统数据监控中心的软件的主要模块及工作流程如下:

[0016] ①基准站串口通讯模块,实现数据监控中心子系统与GNSS基准站子系统之间的实时连接,实时接收实时监测站子系统的原始观测数据和差分信息,并实时将数据分类压缩存储至地表移动监测信息综合数据库;

[0017] ②基于NTRIP协议监测站网络通讯模块,实现数据监控中心子系统与GNSS连续运行监测站之间的实时连接,并将从实时接收GNSS基准站的差分信息转发给GNSS连续运行监测站使GNSS连续运行监测站实现RTK定位,并将其定位的结果以NMEA的数据格式传输至地表移动监测信息综合数据库;

[0018] ③基准站、监测站运行监测模块,通过串口通讯和网线网络实时对GNSS基准站子系统和实时监测站子系统进行完好性监测,主要监测观测数据的完整性、信噪比、精度因子等主要指标以及设备运行状况;

[0019] ④数据处理分析模块,对连续运行监测站子系统的GNSS测量以及非连续运行监测站子系统的GNSS测量、导线测量、水准测量的外业成果进行数据处理和质量分析。;

[0020] ⑤地表移动变形分析模块,利用GNSS基准站子系统准确位置和实时监测站子系统实时定位结果,解算出相对位移量、倾斜率、变形曲率等地表移动变形信息,并将其存储至地表移动监测信息综合数据库;

[0021] ⑥煤矿开采沉陷参数解算模块,利用地表移动变形数据及地质条件参数,解算出开采沉陷参数,并将其存储至地表移动监测信息综合数据库,为类似地质采矿条件下的开采沉陷预计提供可靠依据;

[0022] ⑦地表移动变形预计模块,利用概率积分法预计模型,实现对单个或多个回采工作面开采引起的地表移动变形进行静态预计、动态预计和某一时间点的预计;

[0023] ⑧GIS空间信息管理、分析模块,实现对数据的高效管理和操作,提供高可靠性、高质量的数据处理成果,为煤矿安全生产、妥善地安排采动区上方村庄搬迁时间和顺序、安全地留设保护煤柱节约煤炭资源、矿区生态环境治理提供基础信息;

[0024] ⑨报表输出模块,对高质量的数据处理成果,采用一定的格式输出成报表进行保存。

[0025] 本发明的优点在于:

[0026] (1)它是基于GNSS CORS/传感器/全站仪/水准仪/PDA集成于一体的变形监测信息采集技术和网络通讯技术,基于多模式监测的数据处理技术和方法,能够实时采集监测点移动变形信息,并且实时发送数据信息指导预测矿区的沉陷情况,提高网络通讯的稳定性、实时性和安全性,大大增加了矿区沉陷监测的高效性;

[0027] (2)适合于研究区的坐标系统模型转换和精化似大地水准面模型,研究观测粗差和异常值得自动识别算法,提高了GNSS CORS技术的高程测量精度;

[0028] (3)采用似单差单历元解算方法,提高高程测量精度,研究开采沉陷参数解算方法和适于矿区特点的概率积分法预计模型。

附图说明

[0029] 图1为地表移动自动化监测系统布置示意图;

[0030] 图2为地表移动自动化监测系统GNSS基准站子系统观测墩示意图;

[0031] 图3为地表移动自动化监测系统GNSS连续运行监测站子系统观测墩示意图;

[0032] 图4为本系统运行结构图;

[0033] 图5为地表移动自动化监测系统非连续实时监测站软件平台示意图;

[0034] 图6为地表移动自动化监测系统数据监控中心子系统软件模块示意图。

具体实施方式

[0035] 以下结合附图对本发明进行详细的描述。

[0036] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细描述。

[0037] 如图1所示,为地表移动自动化监测系统布置示意图,本发明地表移动自动化监测系统包括GNSS基准站子系统、实时监测站子系统、数据监控中心子系统、网络通讯子系统。

[0038] 其中,GNSS基准站子系统建设在满足观测环境要求的地方,如采用楼顶式基准站形式布设于矿区办公楼顶,GNSS基准站子系统包括CORS专用接收机、CORS专用天线、馈线、避雷针、馈线避雷器、电源避雷器、强制对中装置、观测墩。架设在观测墩顶部强制对中装置的CORS专用天线用馈线连接CORS专用接收机GNSS接口,馈线避雷器连接避雷针和电源避雷器。CORS专用接收机为自主研发的GNSS基准站专用接收机,实时跟踪、采集、传输、存储GNSS卫星数据,并将结果传递到数据监控中心系统。为实时监测站子系统逆向网络RTK提供差分数据,同时也为实时监测站子系统提供变形分析参照基准。

[0039] 如图2所示,为GNSS基准站子系统的观测墩示意图,GNSS基准站子系统的观测墩为不锈钢钢管,不锈钢钢管直径根据使用情况而定,观测墩应架设于承重梁上部,在底部均匀

位置用膨胀螺丝将其固定并焊接,观测墩安装强制对中装置,强制对中装置的基座板中心点上带旋转螺纹或卡口,GNSS天线可直接旋转在螺纹上固定不动,并严格整平,观测墩内加装(或预埋)适合缆线进出的硬制管道(钢制或塑料),起保护线路作用,在观测墩中部贴测量标志牌。

[0040] 所述实时监测站子系统包括GNSS连续运行监测站和非连续实时监测站;

[0041] 其中GNSS连续运行监测站包含GNSS监测专用接收机、大地测量型天线、UPS电源、馈线、倾斜仪、避雷针、馈线避雷器、电源避雷器、太阳能电池板、强制对中装置、网络摄像头、仪器设备箱和相关仪器支架、观测墩,架设在观测墩顶部强制对中装置上的CORS专用天线用馈线连接CORS专用接收机GNSS接口,馈线避雷器连接避雷针和电源避雷器,GNSS监测专用接收机,提供24小时不间断监测服务,并实时不间断上传观测数据至GNSS基准站子系统,连续运行监测站分别布设于地表移动变形的关键部位,实时跟踪、采集、传输、存储GNSS卫星数据,实时接收GNSS基准站子系统提供的差分数据,实现网络RTK,并通过网络通讯子系统将接收机所观测的数据上传到GNSS基准站子系统。

[0042] 如图2所示,为GNSS基准站子系统的观测墩示意图,GNSS基准站子系统的观测墩为不锈钢钢管,不锈钢钢管直径根据使用情况而定,观测墩应架设于承重梁上部,在底部均匀位置用膨胀螺丝将其固定并焊接,观测墩安装强制对中装置,强制对中装置的基座板中心点上带旋转螺纹或卡口,GNSS专用天线可直接旋转在螺纹上固定不动,并严格整平,观测墩内加装(或预埋)适合缆线进出的硬制管道(钢制或塑料),起保护线路作用,在观测墩中部贴测量标志牌。

[0043] 如图3所示,为地表移动自动化监测系统GNSS连续运行监测站子系统观测墩示意图,该观测墩为水泥电线杆用混凝土浇筑而成,水泥电线杆高不低于5m,一般不超过6m,基坑尺寸为 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$,水泥电线杆保持铅垂状态竖立于基坑,并在其侧边放置一个直径为200mm的PVC管以存放倾斜仪,再用水泥沙石浇筑,浇筑至电线杆离地面1m处,水泥电线杆顶部安装强制对中装置,强制对中装置的基座板中心点上带旋转螺纹或卡口,GNSS天线可直接旋转在螺纹上固定不动,并严格整平,离强制对中装置0.1m处加装合适支架以安装网络摄像头,在0.3m处加装合适的支架以支撑太阳能电池板,在0.5m处加装两个铁盒子以存放UPS电源和GNSS监测专用接收机,在离水泥电线杆顶0.5m出钻一直径为50mm的圆孔,水泥电线杆底部和PVC管各钻一个直径为100mm的圆孔,用于埋设倾斜仪传感器电缆。以上各数据都是具体实施的一个例子,本领域的一般技术人员清楚地了解,根据实际使用情况,可以轻易地调整数据。

[0044] 如图4所示,其中非连续实时监测站是以移动平台(如PDA、手机、平板电脑)为控制终端,集GPS、全站仪、数字水准仪一体化的外业采集终端系统,其中,PDA移动平台与测量仪器间集成的通讯连接方式同时采用数据线和蓝牙连接,如图5所示。

[0045] 数据监控中心子系统,主要由服务器、显示器、路由器、防火墙、软件等组成,与GNSS基准站子系统之间依靠信号馈线连接,获取基准站所提供的数据并转发给实时监测站子系统,数据监控中心子系统与实时监测站子系统通过通过GPRS、3G、CDMA、WIFI等无线网络方式连接,数据监控中心子系统可管理GNSS基准站子系统与实时监测站子系统,对所得数据进行数据处理、分析、成果输出等。

[0046] 如图6所示,本发明地表移动自动化监测系统数据监控中心的软件的主要模块及

工作流程如下：

[0047] ①基准站串口通讯模块,实现数据监控中心子系统与GNSS基准站子系统之间的实时连接,实时接收实时监测站子系统的原始观测数据和差分信息,并实时将数据分类压缩存储至地表移动监测信息综合数据库;

[0048] ②基于NTRIP协议监测站网络通讯模块,实现数据监控中心子系统与GNSS连续运行监测站之间的实时连接,并将从实时接收GNSS基准站的差分信息转发给GNSS连续运行监测站使GNSS连续运行监测站实现RTK定位,并将其定位的结果以NMEA的数据格式传输至地表移动监测信息综合数据库;

[0049] ③基准站、监测站运行监测模块,通过串口通讯和网线网络实时对GNSS基准站子系统和实时监测站子系统进行完好性监测,主要监测观测数据的完整性、信噪比、精度因子等主要指标以及设备运行状况(如电池剩余量、电压、温度等参数);

[0050] ④数据处理分析模块,对连续运行监测站子系统的GNSS测量以及非连续运行监测站子系统的GNSS测量、导线测量、水准测量的外业成果进行数据处理和质量分析。

[0051] ⑤地表移动变形分析模块,利用GNSS基准站子系统准确位置和实时监测站子系统实时定位结果,解算出相对位移量、倾斜率、变形曲率等地表移动变形信息,并将其存储至地表移动监测信息综合数据库。

[0052] ⑥煤矿开采沉陷参数解算模块,利用地表移动变形数据及地质条件参数,解算出开采沉陷参数,并将其存储至地表移动监测信息综合数据库,为类似地质采矿条件下的开采沉陷预计提供可靠依据。

[0053] ⑦地表移动变形预计模块,利用概率积分法预计模型,实现对单个或多个回采工作面开采引起的地表移动变形进行静态预计、动态预计和某一时间点的预计。

[0054] ⑧GIS空间信息管理、分析模块,实现对数据的高效管理和操作,提供高可靠性、高质量的数据处理成果,为煤矿安全生产、妥善地安排采动区上方村庄搬迁时间和顺序、安全地留设保护煤柱节约煤炭资源、矿区生态环境治理提供基础信息。

[0055] ⑨报表输出模块,对高质量的数据处理成果,采用一定的格式输出成报表进行保存。

[0056] 以上所述仅为本发明创造的较佳实施案例而已,并不用以限制本发明创造,凡在本发明创造的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明创造的保护范围之内。

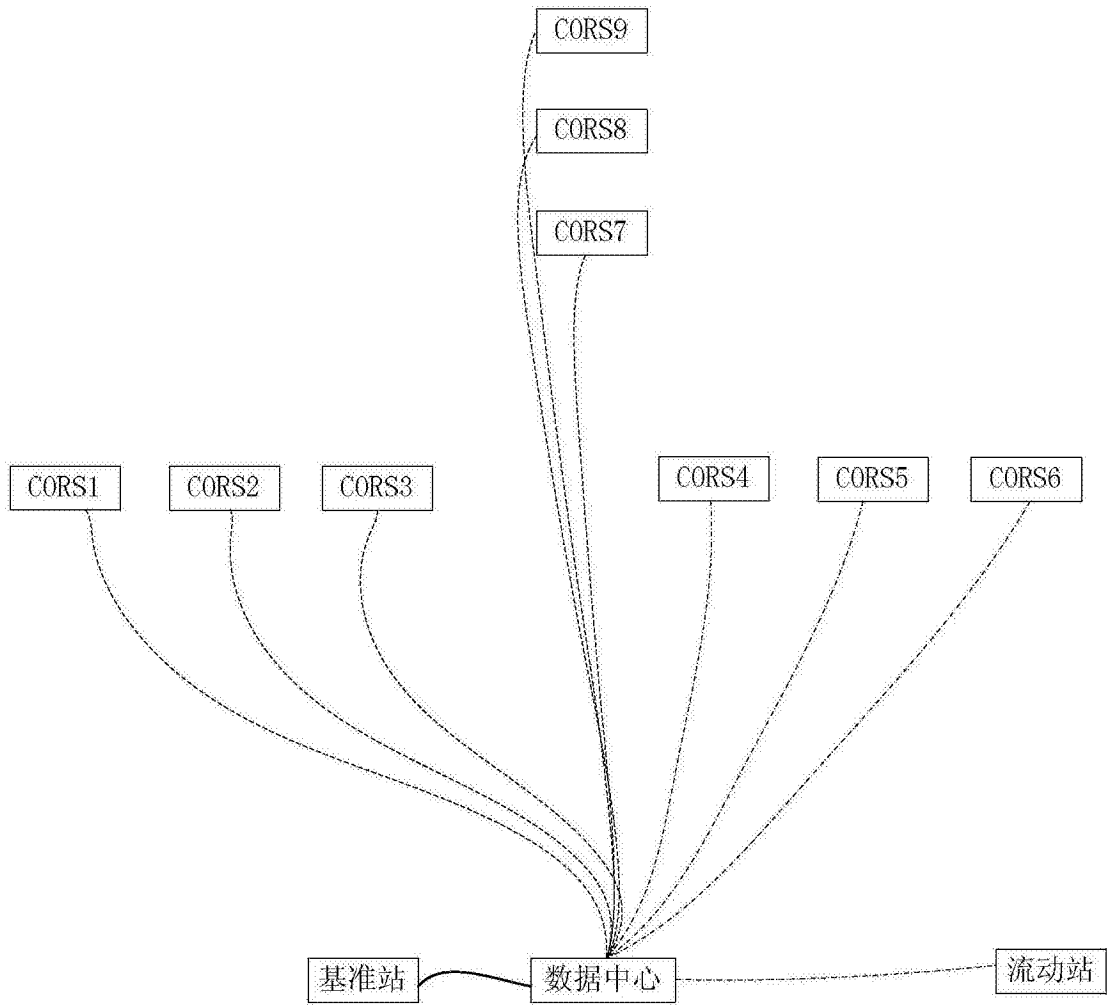


图1

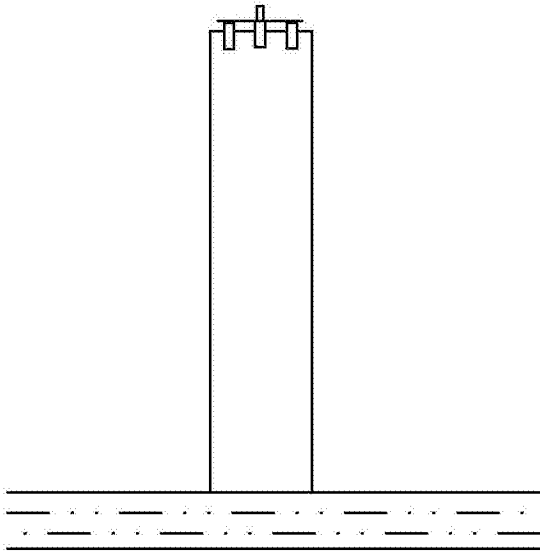


图2

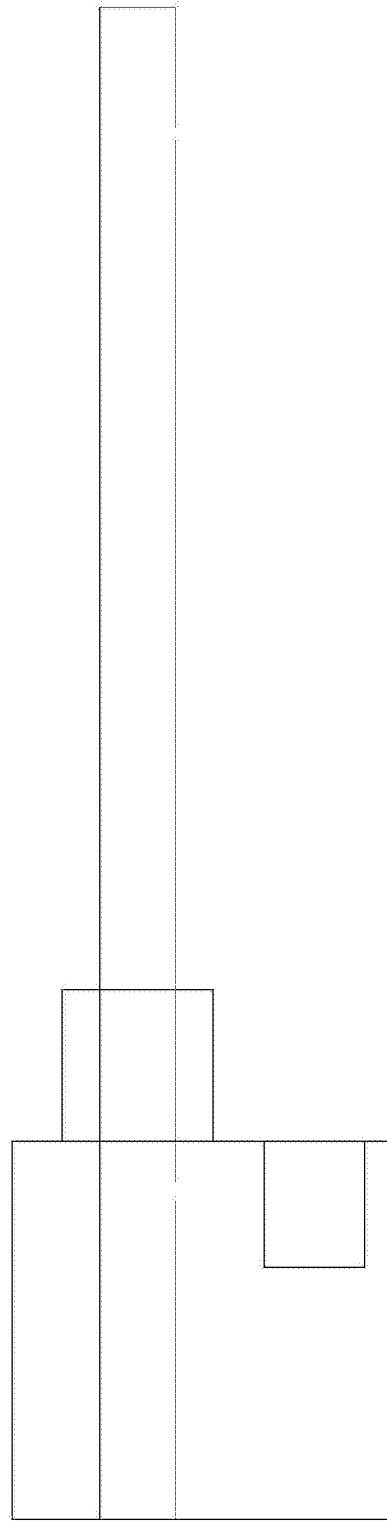


图3

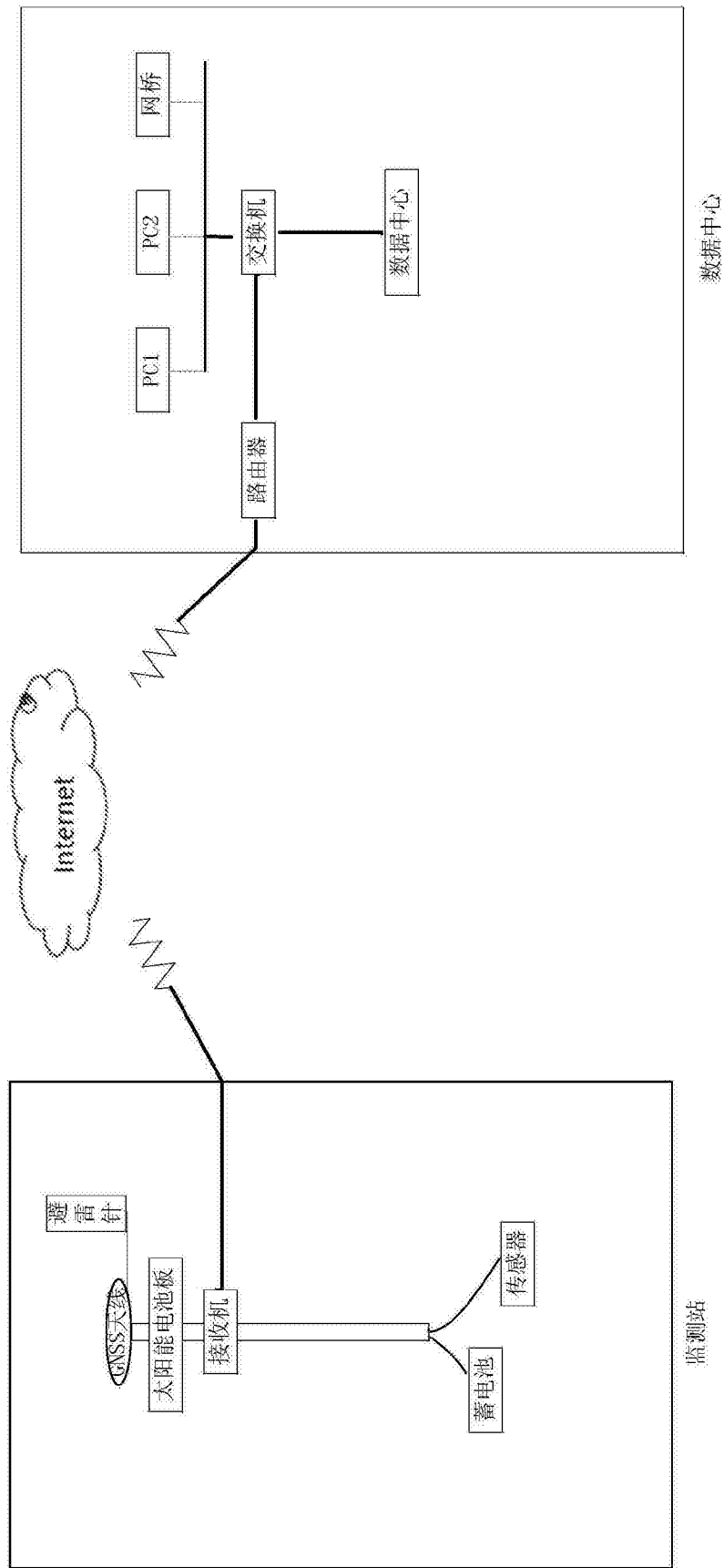


图4

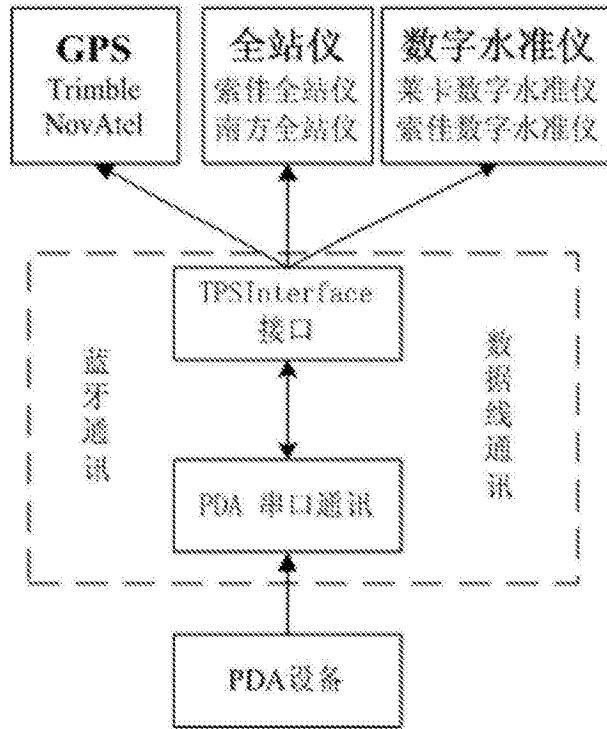


图5

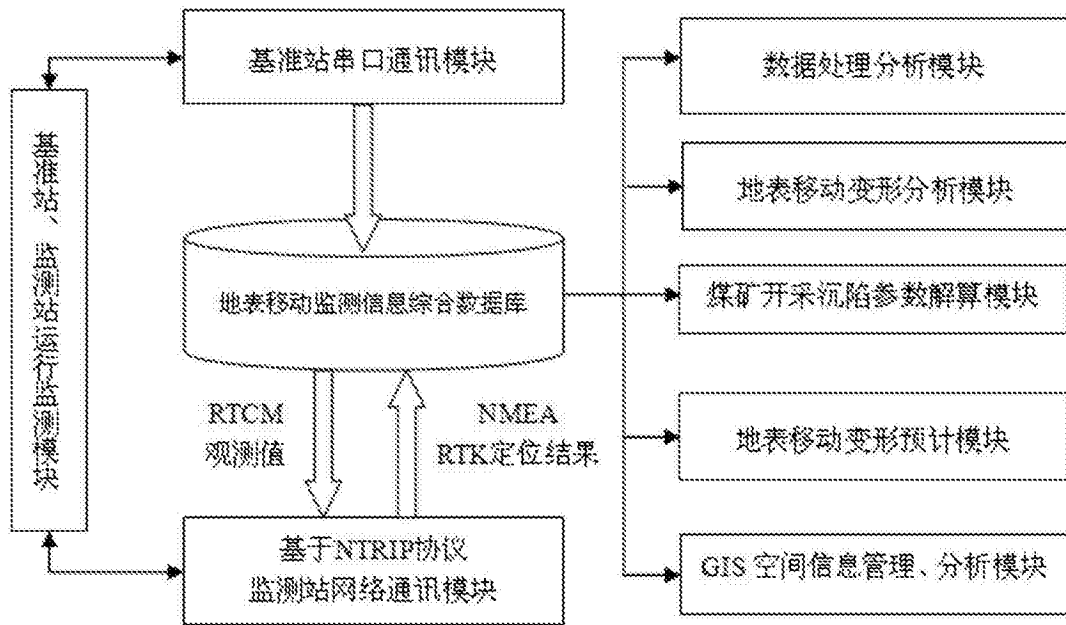


图6