



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204595228 U

(45) 授权公告日 2015. 08. 26

(21) 申请号 201520209080. 1

(22) 申请日 2015. 04. 09

(73) 专利权人 北京中矿大地地球探测工程技术
有限公司

地址 100070 北京市丰台区科学城中核路 1
号 03 号 15 层南半厅 (园区)

(72) 发明人 李志勇 朱海兰 何良

(51) Int. Cl.

G01V 1/40(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

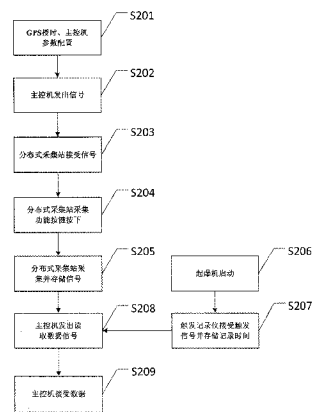
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 实用新型名称

分布式槽波地震勘探系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种分布式槽波地震勘探系统,其包括:爆炸机、震源触发记录仪、分布式采集站和主控机,所述主控机包括 GPS 模块和预装有相应软件的 PC 机,该 PC 机上设有网络通讯接口;所述相应软件包括网络通讯协议开发模块、人机操作界面模块、采集站参数设置模块、采集站的数据读取模块和存储及各采集站状态监控。本实用新型提供的分布式槽波地震勘探系统结构设计巧妙、合理,采用信号可编程的设计方案,配合 24 位 $\Delta-\Sigma$ 型高精度 ADC 进行采样,为信号采集提供了更多选择方案;同时配合多个采集站,单个采集站的低功耗、便携式设计,在实际使用时更方便,大大提高勘探效率和精度。



1. 一种分布式槽波地震勘探系统,其特征在于,其包括:
 - 爆炸机,用于提供瞬时高压引爆雷管;
 - 震源触发记录仪,用于检测起爆电源、起爆机、雷管形成电流回路的电压信号,并产生触发信号,同时将触发时间记录并存储,以利于井上的数据处理及反演;
 - 分布式采集站,用于将槽波震动信号转换为电压信号,经过信号调理电路调理,再经模数转换,然后进行数据采集并存储数据;
 - 主控机,主控机能够通过 GPS 模块进行时间同步校准,并能对分布式采集站、震源触发记录仪和爆炸机进行参数设置以及相关数据的分析处理和记录文件的读取操作功能。
2. 根据权利要求 1 所述的分布式槽波地震勘探系统,其特征在于,所述震源触发记录仪包括 STM32 及分别与该 STM32 相连接的 GPS 模块、温补晶振 TCX0、TF 存储卡、功能按键、状态显示模块、电池电压检测模块、触发单元、电流互感器、辅助电源电路和网络通讯接口。
3. 根据权利要求 1 所述的分布式槽波地震勘探系统,其特征在于,所述分布式采集站包括:
 - 检波器,接收来自槽波震动的信号并转换为电压信号;
 - 信号调理电路,由检波器输出的信号经过信号调理电路后以适应 $\Sigma - \Delta$ ADCLK 模块对电平的要求;
 - SPI 串行总线,传输 $\Sigma - \Delta$ ADCLK 模块产生的模拟信号给分布式采集主控单元 STM32;
 - 分布式采集主控单元 STM32,接受 SPI 总线上的数据并存储于 SOPC 中;
 - 温补晶振 TCX0,为系统提供准确的时钟信号;
 - SOPC,采用 TF 卡,用于存储采集的数据;
 - 辅助电源电路,包括电源变换模块和镍氢电池,为分布式采集站供电;
 - GPS 模块,对分布式采集站校验时钟进行同步;
 - 24 位 $\Sigma - \Delta$ ADCLK 模块,将调理后的信号转化为模拟信号,传输给 SPI 总线;功能按键、状态显示模块,分布式采集站采集功能按键按下后,开始采集数据,状态显示模块实时显示分布式采集站的工作情况。
4. 根据权利要求 3 所述的分布式槽波地震勘探系统,其特征在于,所述信号调理电路中采用了程控放大器进行阻抗匹配和信号的程控,所述信号调理电路上设有低通滤波器、带阻滤波器和屏蔽罩。
5. 根据权利要求 3 或 4 所述的分布式槽波地震勘探系统,其特征在于,所述分布式采集站还包括电池电压检测模块。
6. 根据权利要求 3 或 4 所述的分布式槽波地震勘探系统,其特征在于,所述分布式采集站还包括网络通讯接口,用于主控机和分布式采集站的通讯。

分布式槽波地震勘探系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及煤矿地质勘探仪器技术领域,具体涉及一种分布式槽波地震勘探系统。

背景技术

[0002] 煤炭是我国的重要能源,在我国能源消耗的结构比例中,煤炭占一次性能源的70%以上,煤炭生产在我国国民经济中具有举足轻重的地位。我国多数煤田地质构造复杂,在煤矿生产中,因复杂的地质构造而导致地质灾害情况时有发生。目前地面煤矿勘测常用的方法——三维地震勘探受地形影响较大,并且很难分辨落差小于5m的断层等小型地质构造,井下物探方法也因探测距离短、准确率差等因素很难满足生产需要,而井下槽波地震技术凭借其施工方便、受影响因素小、解析精度高等优点,逐渐成为煤矿地质构造探测最理想的物探手段。因此研究与发展先进的槽波勘测技术及仪器装备就显得十分重要。

发明内容

[0003] 针对上述不足,本实用新型的目的之一在于,提供一种结构设计巧妙、合理,能提高勘探效率和精度的分布式槽波地震勘探系统。

[0004] 为实现上述目的,本实用新型所提供的技术方案是:

[0005] 一种分布式槽波地震勘探系统,其包括:

[0006] 爆炸机,用于提供瞬时高压引爆雷管;

[0007] 震源触发记录仪,用于检测起爆电源、起爆机、雷管形成电流回路的电压信号,并产生触发信号,同时将触发时间记录并存储,以利于井上的数据处理及反演;

[0008] 分布式采集站,用于将槽波震动信号转换为电压信号,经过信号调理电路调理,再经模数转换,然后进行数据采集并存储数据;

[0009] 主控机,主控机能通过GPS模块进行时间同步校准,并能对分布式采集站、震源触发记录仪和爆炸机进行参数设置以及相关数据的分析处理和记录文件的读取操作功能。

[0010] 作为本实用新型的一种改进,所述主控机包括GPS模块和预装有相应软件的PC机,该PC机上设有网络通讯接口;所述相应软件包括网络通讯协议开发模块、人机操作界面模块、采集站参数设置模块、采集站的数据读取模块和存储及各采集站状态监控。

[0011] 作为本实用新型的一种改进,所述震源触发记录仪包括STM32及分别与该STM32相连接的GPS模块、温补晶振TCXO、TF存储卡、功能按键、状态显示模块、电池电压检测模块、触发单元、电流互感器、辅助电源电路和网络通讯接口。

[0012] 作为本实用新型的一种改进,所述分布式采集站包括:

[0013] 检波器,接收来自槽波震动的信号并转换为电压信号;

[0014] 信号调理电路,由检波器输出的信号经过信号调理电路后以适应 $\Sigma - \Delta$ ADCLK模块对电平的要求;

[0015] SPI 串行总线,传输 $\Sigma - \Delta$ ADCLK模块产生的模拟信号给分布式采集主控单元

STM32 ;

[0016] 分布式采集主控单元 STM32, 接受 SPI 总线上的数据并存储于 SOPC 中 ;

[0017] 温补晶振 TCXO, 为系统提供准确的时钟信号 ;

[0018] SOPC, 采用 TF 卡, 用于存储采集的数据 ;

[0019] 辅助电源电路, 包括电源变换模块和镍氢电池, 为分布式采集站供电 ;

[0020] GPS 模块, 对分布式采集站校验时钟进行同步 ;

[0021] 24 位 $\Sigma - \Delta$ ADCLK 模块, 将调理后的信号转化为模拟信号, 传输给 SPI 总线 ; 功能按键、状态显示模块, 分布式采集站采集功能按键按下后, 开始采集数据, 状态显示模块实时显示分布式采集站的工作情况。

[0022] 作为本实用新型的一种改进, 所述信号调理电路中采用了程控放大器进行阻抗匹配和信号的程控, 所述信号调理电路上设有低通滤波器、带阻滤波器和屏蔽罩。低通滤波器达到滤除自然界干扰, 加入带阻滤波器和加上屏蔽罩减少公平干扰和自然界中的电磁噪声。

[0023] 作为本实用新型的一种改进, 所述分布式采集站还包括电池电压检测模块。电池电压检测模块用来检测电池的电压, 若电压过低, 分布式采集站的指示灯会提醒操作人员电量不足。

[0024] 作为本实用新型的一种改进, 所述分布式采集站还包括网络通讯接口, 用于主控机和分布式采集站的通讯。

[0025] 本实用新型的有益效果为 : 本实用新型提供的分布式槽波地震勘探系统结构设计巧妙、合理, 下井操作前, 将各设备充满电, 在地面上各分布式采集站和震源触发记录仪采用分别通过 GPS 模块进行时间同步校准, 由主控机通过网络通讯的方式进行参数设置操作 ; 下井后, 检波器采用锚杆连接的方式进行接收

[0026] 震源振动, 分布式采集站状态正常情况下, 按动采集功能按钮, 开始记录数据并存储至 TF 存储卡中。当爆炸机按动启动按键时, 起爆电源、起爆机、雷管形成电流回路, 电流互感器检测到电流信号传输出电压信号, 触发单元检测到电压信号并产生触发信号, 触发记录器将触发时间记录并存储于 TF 存储卡中。井下采集完毕后, 将各设备运送至地面, 利用主控机将各分布式采集站存储的数据和震源触发记录仪的时间记录通过有线通讯传输至主控机, 按照触发时间将原始数据切割成处理所需数据。利用数据处理解释软件进行数据处理解释, 完成槽波透射法或反射法勘探。总得来说, 有两大优点 : 1、本实用新型分布式槽波地震勘探系统采用信号可编程的设计方案, 配合 24 位 $\Delta - \Sigma$ 型高精度 ADC 进行采样, 为信号采集提供了更多选择方案 ; 2、本实用新型研制的分布式槽波地震勘探系统, 采用多个采集站, 单个采集站的低功耗、便携式设计, 在实际使用时更方便, 大大提高勘探效率和精度。

[0027] 本实用新型提供的勘探方法的步骤简易, 易于实现, 操作简单, 省时省力, 大大提高勘探效率和勘探精度。

[0028] 下面结合附图与实施例, 对本实用新型进一步说明。

附图说明

[0029] 图 1 是本实用新型的结构示意框图。

[0030] 图 2 是本实用新型的工作流程图。

具体实施方式

[0031] 参见图 1 和图 2, 本实施例提供的一种分布式槽波地震勘探系统, 其包括: 爆炸机 4、震源触发记录仪 3、分布式采集站 2 和主控机 1。

[0032] 具体的, 爆炸机 4, 用于提供瞬时高压引爆雷管; 本实施例中, 放炮线路检说

[0033] 测合格后, 把开关转到 (充电) 位置, 起爆机发出蜂鸣声音, 经 10-20 秒钟充电指示灯发亮, 表明主电容器两端电压已经充满, 这时将开关转到 (放炮) 位置, 起爆机产生瞬间高压, 实现引爆雷管的目的。

[0034] 震源触发记录仪 3, 用于检测起爆电源、起爆机、雷管形成电流回路的电压信号, 并产生触发信号, 同时将触发时间记录并存储, 以利于井上的数据处理及反演; 所述震源触发记录仪包括 STM32 301 及分别与该 STM32 301 相连接的 GPS 模块 302、温补晶振 TCX0 303、TF 存储卡 304、功能按键、状态显示模块 305、电池电压检测模块 306、电流互感器 307、触发单元 308 和网络通讯接口 311 和辅助电源电路。其中辅助电源电路是由电源变换模块 309 和镍氢电池 310 构成。STM32 301 采用自守时时钟, 同时带有硬件驱动开发、数据读写、存储、数据通讯模块、数据的预处理、系统参数设置、仪器状态指示模块等功能和模块; GPS 模块 302 在井上就已经对震源触发记录仪进行时间同步校准本; 温补晶振 TCX0303 提供准确时钟信号。操作人员把握好时间, 按下功能按键启动震源触发记录仪, 按动爆炸机 4 启动按键, 电流互感器 307 检测到由起爆电源、起爆机 4、雷管形成电流回路中的电流, 并产生电压信号, 经触发单元 308 处理后输出信号给 STM32 301, STM32 301 将起爆时间记录并存储于 TF 存储卡中。一次采集结束后可以通过功能按键中的复位按键实现下一次的采集记录。最后主控机通过网络通讯接口 311 进行通讯, 将记录的时间数据传输给主控机 1。

[0035] 分布式采集站 2, 用于将槽波震动信号转换为电压信号, 经过信号调理电路调理, 再经模数转换, 然后进行数据采集并存储数据; 具体的, 所述分布式采集站包括: 包括检波器 (Geophone) 210、信号调理电路 209 和分布式采集主控

[0036] 单元 STM32 201、辅助电源电路、电池电压检测模块 202、GPS 模块 203、功能按键、状态显示模块 204、温补晶振 TCX0 205、SOPC 206、SPI 串行总线 207、24 位 $\Sigma - \Delta AD_{CLK}$ 模块 208 和网络通讯接口 213。电池电压检测模块 202 实时监测分布式采集站的电压情况; GPS 模块 203 自动时间同步校准; 功能按键、状态显示模块 204 启动和关闭分布式采集站及显示分布式采集站的运行情况; 温补晶振 TCX0 205 提供准确的时钟信号。检波器 210 将槽波震动信号转换为电压信号, 且每个分布式采集站控制 4 个独立的采集通道同步采集, 经过信号调理电路 209 调理, 再经过 24 位 $\Sigma - \Delta AD_{CLK}$ 模块 208 进行模数转换, 然后由 SPI 串行总线 207 传输, 最后经过分布式采集主控单元 STM32 201 进行数据采集并存储数据于 SOPC206 中。辅助电源电路向分布式采集站 2 供电。

[0037] 本实施例中, 较佳的, 信号调理电路 209 的主要作用是将由检波器 210 输出的电压信号经过信号调理电路 209 后以适应 24 位 $\Sigma - \Delta AD_{CLK}$ 模块 208 对电平的要求。在本实施例中, 从检波器 210 出来的电压信号范围一般是 $1\mu V \sim 1V$, 检测到完整的地震信号对信号调理电路 209 有很高的要求: 高输入阻抗 (阻抗匹配)、高共模抑制比 CMRR、低噪声、低漂移、增益可选等。本实施例中采用使仪器小型化和集成化、减少元器件、简化电路和减小系统噪

声。然后经过程控放大器进行阻抗变换以提高其采集精度同时进行程控放大提供电压增益以适应 AD 转换对电平的要求,再通过低通滤波以滤掉高频干扰及噪声,最后由工频陷波器和给设备整体加上一个屏蔽罩减少工频干扰和自然界中的电磁噪声。该程控放大器具有非常低的偏置电压、低温度漂移、高共模抑制比、低噪声以及增益可编程。程控放大器采用电平控制,通过改变高低电平来控制程控倍数提高系统模块交互的简便性与通用性。系统的任何单元都将噪声将至最低,确保了系统满足高精度。

[0038] 本实施例中,较佳的,在分布式采集站中引入了信号可编程的设计方案,同时配合 24 位 $\Sigma - \Delta$ AD_{CLK} 模块 208 进行采样,为信号采集提供了更多选择方案。本实施例中,24 位 $\Sigma - \Delta$ AD_{CLK} 模块 208 中用到多通道 24 位工业模数转换器。该转换器内部集成有多个独立的高阶斩波稳定调制器和 FIR 数字滤波器,可实现四通道同步采样,支持高速、高精度、低功耗、低速 4 种工作模式;该转换器具有优良的 AC 和 DC 特性,高采样率,一定带宽内具有高信噪比 (SNR),低失调漂移的特点。同时该转换器可通过设置相应的输入 / 输出引脚选择工作模式,无需寄存器编程,其数据输出可选帧同步或 SPI 串行接口,便于连接至 DSP、FPGA 及微控制器。

[0039] 本实施例中,较佳的,分布式采集主控单元 201 采用低功耗处理器 STM32 作为主控芯片 (支持 5 串口)。STM32 采用自守时时钟,同时带有硬件驱动开发、数据读写、存储、数据通讯模块、数据的预处理、系统参数设置、仪器状态指示模块等功能和模块。输入信号经信号调理电路 209 输入 24 位 $\Sigma - \Delta$ AD_{CLK} 模块 208,24 位 $\Sigma - \Delta$ AD_{CLK} 模块 208 采用同步触发采样。主控芯片在时钟校准情况下,可采用条件触发启动 24 位 $\Sigma - \Delta$ AD_{CLK} 模块 208 采样。AD 采样触发信号由主控芯片产生固定采样频率信号 (4-20kHz)。AD 采样数据加入时标存入 TF 存储卡中,以利于井上的数据处理及反演。

[0040] 本实施例中,较佳的,时钟晶振采用温补晶振 TCX0 205,该温补晶振在 -5°C to $+80^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内,只有最大 $\pm 0.28\text{ppm}$ 的误差,在标准输出负荷变化 $\pm 5\%$ 内,最大误差 $\pm 0.1\text{ppm}$,在电压 $V_{\text{cc}} \pm 5\%$ 变化内,在使用第一年内,最大误差为 $\pm 0.1\text{ppm}$ 。在使用 20 年内的 free-run (Inclusive of calibration tolerance at 25°C , frequency vs. change in temperature, change in supply voltage ($\pm 5\%$), load change 15pF ($\pm 5\%$), reflow soldering process) 的精度可保持最大误差 $\pm 4.6\text{ppm}$ 内。

[0041] 主控机 1 是分布式槽波地震勘探系统的控制平台,主要实现对各分布式采集站 2、震源触发记录仪 3 的参数设置、数据和记录文件的读取等功能。本实施例中,采用基于 VC++ 平台的远程控制软件作为主控机。

[0042] 本实施例中,下井操作前,主控机生成控制信号发送给各个分布式采集站 2、震源触发记录仪 3,其中控制信号包括对各分布式采集站、震源触发记录仪的参数设置。井下作业完成后,主控机生成控制信号发送给各个分布式采集站 2、震源触发记录仪 3,其中控制信号主要用于对各分布式采集站 2、震源触发记录仪 3 的采集数据和记录文件的读取。

[0043] 本实施例中,主控机 1 提供人机交互界面,以供操作人员对系统进行操作。控制信号根据操作人员设置的仪器参数配置来生成,通常仪器参数包括:采样率、程控放大倍数、文件记录时间等等。

[0044] 本实施例中,主控平台还配置有各分布式采集站状态监测功能,通过同步是否设置好、参数设置是否设置好等,对仪器的运行状态进行监测。

[0045] 在用分布式槽波地震勘探系统进行探测前,首先需要有一些准备工作,将各设备充满电、固定好锚杆和检波器、放置好雷管等等。图 2 为本实用新型分布式槽波地震勘探系统的工作流程图。如图 2 所示,一种上述的分布式槽波地震勘

[0046] 探系统的勘探方法,其包括以下步骤:

[0047] S201:GPS 授时、主机参数配置:系统启动后,各分布式采集站、震源触发记录仪和主控机先在井上由 GPS 模块分别校验时钟进行井上同步,操作人员对系统参数进行配置;包括:每台分布式采集站的采样率、程控放大倍数、文件记录时间等等;

[0048] S202:主控机发出信号:主控机通过网络通讯接口对分布式采集站、震源触发记录仪发出信号;

[0049] S203:分布式采集站接受信号:分布式采集站通过网络通讯接口接收到信号,并设置好参数;

[0050] S204:分布式采集站采集功能按键按下:参数设置好后,操作人员将分布式采集站采集功能按键按下并开始采集数据;

[0051] S205:分布式采集站采集并存储信号:分布式采集站将采集到的数据存储于 TF 存储卡中;

[0052] S206:起爆机启动:当操作人员了解到所有工作准备就绪后,开始启动起爆机;

[0053] S207:震源触发记录仪接受触发信号并存储记录时间:触发单元将产生的触发给 STM32, STM32 记录此刻的时间并存储于 TF 存储卡中

[0054] S208:主控机发出读取数据信号:主控机通过网络通讯接口向分布式采集站、震源触发记录仪发送读取数据信号;

[0055] S209:主控机接受数据:主控机通过网络通讯接口接受分布式采集站采集的数据和震源触发记录仪的记录时间数据,以在井上的数据处理及反演,实现勘探的目的。

[0056] 当一次采集结束后,直接按动震源触发记录仪的复位按键就可以实现第二次时间的记录。

[0057] 根据上述说明书的揭示和教导,本实用新型所属领域的技术人员还可以对上述实施方式进行了变更和修改。因此,本实用新型并不局限于上面揭示和描述的具体实施方式,对本实用新型的一些修改和变更也应当落入本实用新型的权利要求的保护范围内。此外,尽管本说明书中使用了一些特定的术语,但这些术语只是为了方便说明,并不对本实用新型构成任何限制。如本实用新型上述实施例所述,采用与其相同或相似结构而得到的其它系统及方法均在本实用新型保护范围内。

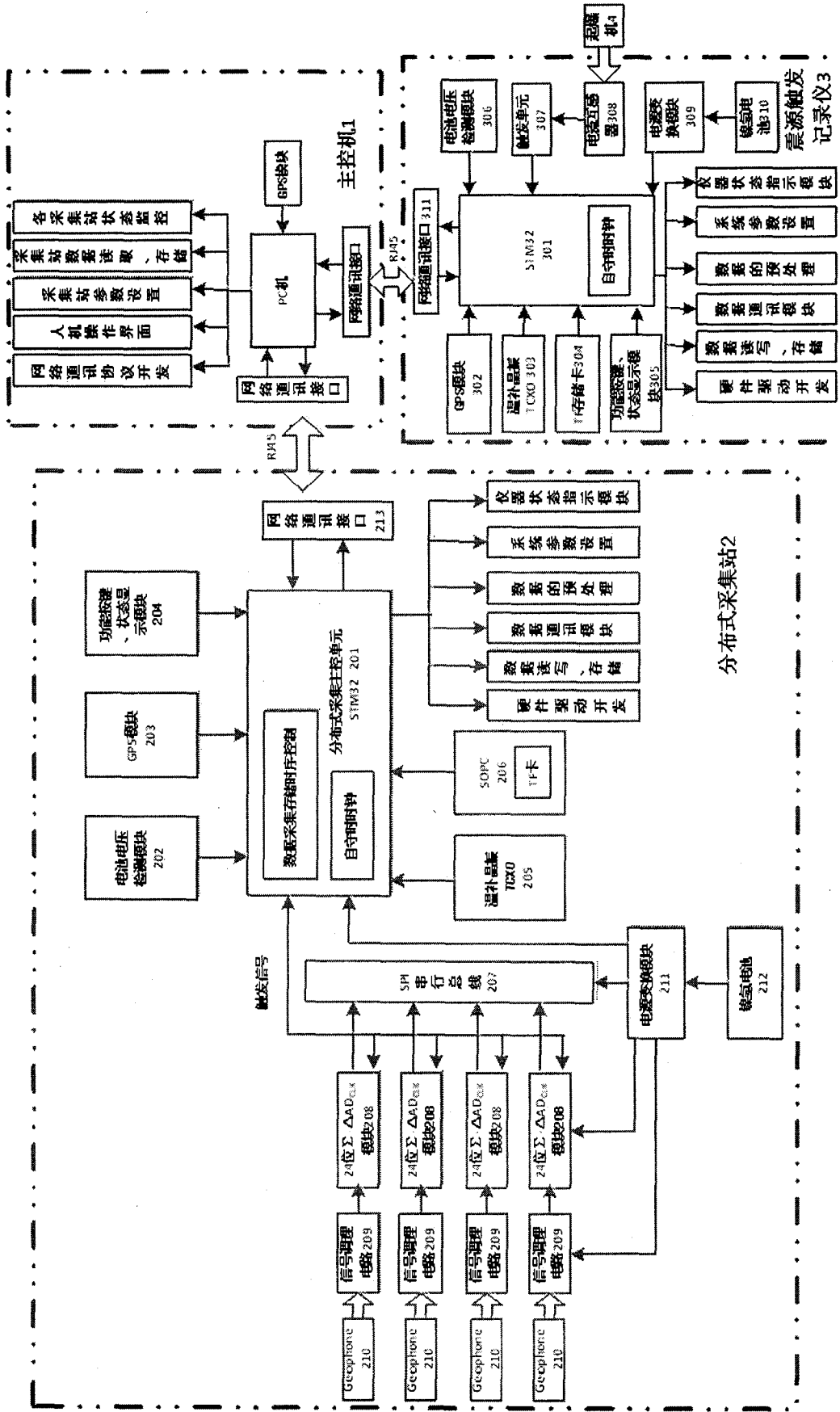


图 1

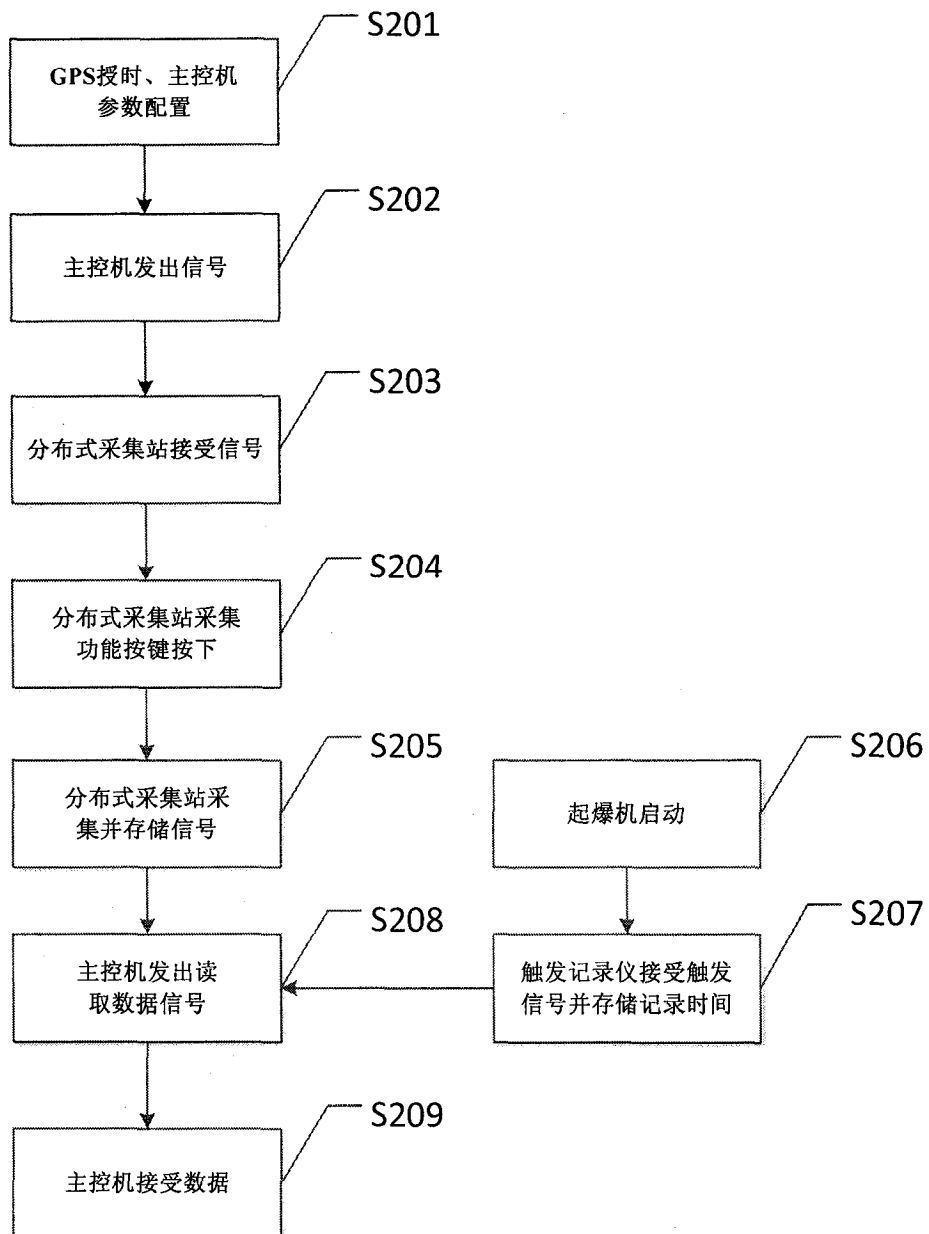


图 2