

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G05B 19/048 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910187478.9

[43] 公开日 2010 年 3 月 3 日

[11] 公开号 CN 101661276A

[22] 申请日 2009.9.18

[21] 申请号 200910187478.9

[71] 申请人 东北大学

地址 110004 辽宁省沈阳市和平区文化路 3
号巷 11 号

[72] 发明人 冯 健 刘金海 张化光 杨宏宇
历秀明

[74] 专利代理机构 沈阳东大专利代理有限公司
代理人 刘晓岚

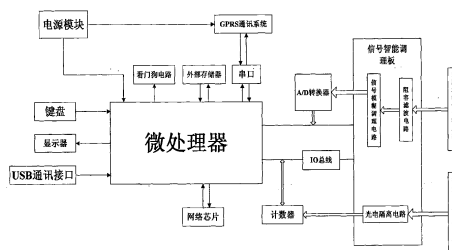
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

[54] 发明名称

一种通用数据采集装置及其数据采集方法

[57] 摘要

一种通用数据采集装置及其数据采集方法属于数据采集技术领域。本发明包括微处理器，多路离散信号输入接口通过光电隔离电路与计数器的输入端相连，多路连续信号输入接口通过信号模糊调理电路与 A/D 转换器的输入端相连；微处理器与 A/D 转换器和计数器的输出端相连。数据采集方法：进行系统初始化；设置连续、离散信号中断向量；进行中断等待，若离散信号中断到，采集离散信号；若连续信号中断到，采集连续信号；若看门狗中断到了，重新启动系统；若休眠中断到了，保存系统设置数据，进入休眠状态；然后，进行唤醒中断等待，若唤醒中断到了，系统启动，恢复中断前设置；若采集了离散信号、连续信号，则向上位机发送数据后继续中断等待；否则直接中断等待。



1、一种通用数据采集装置，其特征在于包括微处理器、电源模块、计数器、A/D 转换器及信号智能调理板，多路离散信号输入接口通过信号智能调理板中的光电隔离电路与计数器的输入端相连接，多路连续信号输入接口通过信号智能调理板中的信号模糊调理电路与 A/D 转换器的输入端相连接；所述的微处理器通过数据总线分别与 A/D 转换器和计数器的输出端相连接，所述的电源模块与微处理器相连接，用于为微处理器提供工作电压。

2、根据权利要求 1 所述的一种通用数据采集装置，其特征在于在多路连续信号输入接口与信号智能调理板上的信号模糊调理电路之间连接有阻容滤波电路，所述的阻容滤波电路的输入端与多路连续信号输入接口相连接，所述的阻容滤波电路的输出端与信号模糊调理电路的输入端相连接。

3、根据权利要求 1 所述的一种通用数据采集装置，其特征在于该通用数据采集装置还设置有通讯模块，所述的通讯模块包括 GPRS 通讯系统、网络芯片及 USB 通讯接口；GPRS 通讯系统通过串口与微处理器相连接，实现与主监控室的无线远程通讯，电源模块与 GPRS 通讯系统相连接，用于为 GPRS 通讯系统提供工作电压；网络芯片与微处理器相连接，用于连接以太网，与上位机进行通讯；USB 通讯接口与微处理器相连接。

4、根据权利要求 1 所述的一种通用数据采集装置，其特征在于该通用数据采集装置还设置有人机交互模块，所述的人机交互模块包括键盘、显示器，所述的键盘、显示器分别与微处理器相连接。

5、根据权利要求 1 所述的一种通用数据采集装置，其特征在于该通用数据采集装置还设置有外部存储器，所述的外部存储器与微处理器相连接。

6、根据权利要求 1 所述的一种通用数据采集装置，其特征在于所述的信号智能调理板中的信号模糊调理电路包括线性放大器，阻容滤波电路的输出端与线性放大器的输入端相连接，线性放大器的输出端与单八通道数字控制模拟开关的信号输入端相连接；单八通道数字控制模拟开关的输出 I/O 口与数字电位器的高电压端相连接，单八通道数字控制模拟开关的控制选通信号输入端与微处理器的控制信号输出端相连接，数字电位器的滑动端输出的模拟信号经放大器放大后输出。

7、根据权利要求 1 所述的一种通用数据采集装置，其特征在于所述的信号智能调理板中的光电隔离电路包括光电耦合器，多路离散信号输入接口与光电耦合器的输入端相连接，光电耦合器的输出端与施密特触发器的输入端相连接，施密特触发器的输出端经计数器与微处理器相连接。

8、根据权利要求 1 所述的一种通用数据采集装置，其特征在于所述的微处理器中还内置看门狗电路。

9、权利要求 1 所述的一种通用数据采集装置的数据采集方法，其特征在于，包括如下步骤：

步骤一：进行系统初始化；

步骤二：设置连续信号和离散信号中断向量；

步骤三：离散信号中断等待、连续信号中断等待、看门狗中断等待、休眠中断等待；

若离散信号中断到了，则响应离散信号中断，采集离散信号；

若连续信号中断到了，则响应连续信号中断，采集连续信号；

若看门狗中断到了，则响应看门狗中断，重新启动系统；

若休眠中断到了，则响应休眠中断，保存系统设置数据，进入休眠状态，除 GPRS 外，其他外设全部掉电；然后，继续进行唤醒中断等待，若唤醒中断到了，则响应唤醒中断，系统启动，恢复中断前设置；

步骤四：若步骤三中采集了离散信号、连续信号，则向上位机发送数据后返回步骤三；否则直接返回步骤三。

一种通用数据采集装置及其数据采集方法

技术领域：

本发明属于数据采集技术领域，特别涉及一种通用数据采集装置及其数据采集方法；用于监测电信机房、基站、电力变电站、电厂的动力参数，检测气象环境参数，以及生产过程中复杂工况、无人值守工业现场中各类状态信号的检测，流体管道的运行状况监控，环境监测等。

背景技术：

由于现场应用条件的多样性，致使对数据采集装置的要求也是多样的。现有的数据采集装置普遍存在功能单一，智能化水平低，节能性不高，可靠性差的问题。例如：申请号为200620017378.3的中国专利“通用数据采集器”，其采用模块化设计，综合运用数据采集、数据处理及通信于一体；虽然其通用性、智能化水平及装置运行的可靠性都得到了提高，但其仍然存在以下问题：

(1) 数据采集精度不高，变送器采集的信号没有经过精滤波处理，没有消除信号中的干扰，所发送到数据精度不高；

(2) 节能性不强，在不需要连续工作且能源有限的环境中不能使用，装置的应用现场必须配备连续的供电设备，使用条件受限；不仅投资增大，维护困难，而且性价比低；

(3) 复杂工况下通信能力不强，由于装置采用串行接口通过网络实现数据的远距离传输，在无法连接网络的工况下无法使用，通信性能受到局限；

(4) 系统运行可靠性差，易受到干扰而导致故障或崩溃；

(5) 智能化水平不高，进行数据采集时受现场传感器类型的限制。

发明内容：

针对现有技术存在的不足，本发明提供一种可进行连续信号和离散信号的多路采集、通用性强、采样精度高的通用数据采集装置及其数据采集方法。

为了实现上述目的，本发明采用如下技术方案，一种通用数据采集装置，包括微处理器、电源模块、计数器、A/D 转换器及信号智能调理板，多路离散信号输入接口通过信号智能调理板中的光电隔离电路与计数器的输入端相连接，多路连续信号输入接口通过信号智能调理板中的信号模糊调理电路与 A/D 转换器的输入端相连接；所述的微处理器通过数据总线分别与 A/D 转换器和计数器的输出端相连接，所述的电源模块与微处理器相连接，用于为微处理器提供工作电压。

在多路连续信号输入接口与信号智能调理板上的信号模糊调理电路之间连接有阻容滤波

电路,所述的阻容滤波电路的输入端与多路连续信号输入接口相连接,所述的阻容滤波电路的输出端与信号模糊调理电路的输入端相连接。

本发明的通用数据采集装置还设置有通讯模块,所述的通讯模块包括 GPRS 通讯系统、网络芯片及 USB 通讯接口;GPRS 通讯系统通过串口与微处理器相连接,实现与主监控室的无线远程通讯,电源模块与 GPRS 通讯系统相连接,用于为 GPRS 通讯系统提供工作电压;网络芯片与微处理器相连接,用于连接以太网,与上位机进行通讯;USB 通讯接口与微处理器相连接。

本发明的通用数据采集装置还设置有人机交互模块,所述的人机交互模块包括键盘、显示器,所述的键盘、显示器分别与微处理器相连接。

本发明的通用数据采集装置还设置有外部存储器,所述的外部存储器与微处理器相连接。

所述的信号智能调理板中的信号模糊调理电路包括线性放大器,阻容滤波电路的输出端与线性放大器的输入端相连接,线性放大器的输出端与单八通道数字控制模拟开关的信号输入端相连接;单八通道数字控制模拟开关的输出 I/O 口与数字电位器的高电压端相连接,单八通道数字控制模拟开关的控制选通信号输入端与微处理器的控制信号输出端相连接,数字电位器的滑动端输出的模拟信号经放大器放大后输出。

所述的信号智能调理板中的光电隔离电路包括光电耦合器,多路离散信号输入接口与光电耦合器的输入端相连接,光电耦合器的输出端与施密特触发器的输入端相连接,施密特触发器的输出端经计数器与微处理器相连接。

所述的微处理器中还内置看门狗电路。

一种通用数据采集装置的数据采集方法,包括如下步骤:

步骤一:进行系统初始化;

步骤二:设置连续信号和离散信号中断向量;

步骤三:离散信号中断等待、连续信号中断等待、看门狗中断等待、休眠中断等待;

若离散信号中断到了,则响应离散信号中断,采集离散信号;

若连续信号中断到了,则响应连续信号中断,采集连续信号;

若看门狗中断到了,则响应看门狗中断,重新启动系统;

若休眠中断到了,则响应休眠中断,保存系统设置数据,进入休眠状态,除 GPRS 外,其他外设全部掉电;然后,继续进行唤醒中断等待,若唤醒中断到了,则响应唤醒中断,系统启动,恢复中断前设置;

步骤四:若步骤三中采集了离散信号、连续信号,则向上位机发送数据后返回步骤三;否则直接返回步骤三。

本发明的有益效果：

1、由于本发明的微处理器采用的是 S3C2410 芯片，它是一种高性能、低功耗、低成本的嵌入式微处理器，其运行频率可达到 203MHz，采用 AMBA AHB 总线接口，为外设提供统一的地址和数据总线，减少了元件数量。ARM920T 的 32 位微处理器结构带有一个 5 阶管线，可以极低的功耗提供优异的性能；本发明的采集装置的各个器件均采用低功耗元件，并且，S3C2410 芯片具有休眠功能，装置可通过 GPRS 通讯系统接收休眠/唤醒中断信号，在不工作时可进入休眠状态，除 GPRS 通讯系统外，其他器件全部进入掉电状态，使整个系统能够最大程度实现节能；

2、由于本发明的采集装置采用信号智能调理板，可对不同频率、大小的连续信号、离散信号进行智能分析；因此，提高了系统的智能化水平；

3、由于本发明的信号智能调理板具有信号模糊调理电路和光电隔离电路，因此，本发明可直接接收现场传感器采集到的各种连续和离散信号，而不受现场传感器型号和被检信号类型的限制，方便与现场现有传感器的配套使用，具有很强的通用性；

4、由于本发明的采集装置对离散信号的采集采用光电隔离技术，使离散信号与微处理器完全隔离，具有较高的输入阻抗和共模抑制比；对连续信号采用阻容滤波，去除高频干扰成分，非标准输入信号可在此转换为标准信号；

5、本发明所采用的 GPRS 通讯系统具有使用成本低、准确性高、对环境适应性好、易于安装、易于维护等特点，在原有装置不升级换代的情况下就能实现现场网络化管理；能够为用户提供高速、永远在线、可靠的数据传输服务和虚拟专用数据通信网络服务；

6、本发明的采集装置采集到的数据可方便地通过网络芯片经以太网与上位机等后续装置进行通讯；

7、本发明的采集装置可实现自动采样，有效地提高了科学管理水平，降低了人工劳动强度，具有良好的社会效益；

8、本发明的采集装置采用模块化设计，具有良好的可扩充性；通过相应的扩展模板，不仅可扩充输入通道，而且可使装置升级，保持高的性价比。

附图说明：

图 1 是本发明的通用数据采集装置的结构框图；

图 2 是本发明的通用数据采集装置的数据采集方法的程序流程图；

图 3 是本发明的信号智能调理板中的信号模糊调理电路的电路原理图；

图 4 是本发明的信号智能调理板中的阻容滤波电路和光电隔离电路的电路原理图；

图 5 是微处理器 S3C2410 芯片的硬件结构框图;

图 6 是本发明应用于石油管道泄漏的实时检测的系统组成示意图;

图 7 是本发明应用于石油管道泄漏的实时检测的系统结构示意图;

其中, 图 6 中, 1—GPRS 通讯系统, 2—显示器, 3—键盘, 4—本发明的通用数据采集装置, 5—传感器, 6—传输管道。

具体实施方式:

下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步的说明:

如图 1 所示, 一种通用数据采集装置, 包括微处理器、电源模块、计数器、A/D 转换器及信号智能调理板, 多路离散信号输入接口通过信号智能调理板中的光电隔离电路与计数器的输入端相连接, 多路连续信号输入接口通过信号智能调理板中的信号模糊调理电路与 A/D 转换器的输入端相连接; 所述的微处理器通过数据总线分别与 A/D 转换器和计数器的输出端相连接, 所述的电源模块与微处理器相连接, 用于为微处理器提供工作电压。

本发明所采用的微处理器为 S3C2410 芯片, 其内置看门狗电路, 用于当系统出现软件跑飞时, 进行自动复位。

在多路连续信号输入接口与信号智能调理板上的信号模糊调理电路之间连接有阻容滤波电路, 所述的阻容滤波电路的输入端与多路连续信号输入接口相连接, 所述的阻容滤波电路的输出端与信号模糊调理电路的输入端相连接。

如图 4 所示, 本发明的信号智能调理板中的阻容滤波电路采用阻容滤波器, 其电阻、电容的取值为: $R = 2K\Omega$, $C = 0.47\mu F$ 。

本发明的通用数据采集装置还设置有通讯模块, 所述的通讯模块包括 GPRS 通讯系统、网络芯片及 USB 通讯接口。GPRS 通讯系统通过 S3C2410 芯片自带的串口 com1 与 S3C2410 芯片相连接, 实现与主监控室的无线远程通讯, 电源模块与 GPRS 通讯系统相连接, 用于为 GPRS 通讯系统提供工作电压。网络芯片通过数据总线与 S3C2410 芯片相连接, 通过网络通信协议, 利用以太网实现与上位机等后续装置的通讯; USB 通讯接口与 S3C2410 芯片相连接。

所述的 GPRS 通信系统由一套 GPRS 信号收发装置和 SIM 智能卡组成, 可以与计算机在没上网的情况下设置状态, 可从串口对波特率、IP 地址、自动掉线时间间隔、ID 号、APN 接入点名称以及域名进行设置; 通过无线通信网络实现数据及控制信号的无线传输, 不需要进行有线网络远距离布线。而且, 可定期校准系统时间, 无论现场工况如何, 都能通过中国移动网络实现无线远程通信, 实现无线远程数据传输及整个装置的远程控制。

本发明的通用数据采集装置还设置有人机交互模块, 所述的人机交互模块包括键盘、显

示器,所述的键盘、显示器均为标准设备,其分别通过内部总线与 S3C2410 芯片相连接,实现人机交互功能。

本发明的通用数据采集装置还设置有外部存储器,所述的外部存储器通过内部总线与 S3C2410 芯片相连接,其采用 flash 闪存,用来存储操作系统、程序开发软件、通信协议、临时存储采样数据等,用于保证采样装置的自动运行,并完成数据通信以及提供后备数据的传输。

如图 3 所示,所述的信号智能调理板中的信号模糊调理电路包括线性放大器 AMP1A、AMP2B、AMP3C,阻容滤波电路的输出端与线性放大器 AMP1A、AMP2B、AMP3C 的输入端相连接,线性放大器 AMP1A、AMP2B、AMP3C 的输出端与单八通道数字控制模拟开关 U2 的信号输入端相连接;经阻容滤波电路滤波后的 $-20V \sim +20V$ 的模拟信号,再经过线性放大器 AMP1A、AMP2B、AMP3C 转换成 $-5V \sim +5V$ 的电压信号。单八通道数字控制模拟开关 U2 的输出 I/O 口与数字电位器 U1 的高电压端 UH 相连接,数字电位器 U1 的低电压端 UL 通过分压电路将电压转换为 $-2V$;单八通道数字控制模拟开关 U2 的控制选通信号输入端 A1、A2、A3 与微处理器的控制信号输出端相连接,控制选通信号输入端 A1、A2、A3 用于控制选通单八通道数字控制模拟开关 U2 的信号输入通道;数字电位器 U1 的滑动端 U_w输出的模拟信号经线性放大器 AMP4D 放大后输出。

如图 4 所示,所述的信号智能调理板中的光电隔离电路包括光电耦合器 P1、P2、P3、P4、P5、P6,多路离散信号输入接口与光电耦合器 P1、P2、P3、P4、P5、P6 的输入端相连接,光电耦合器 P1、P2、P3、P4、P5、P6 的输出端与施密特触发器 U3 的输入端相连接,施密特触发器 U3 的输出端经计数器与微处理器相连接。

S3C2410 芯片是一种高性价比、低功耗的基于 ARM920T 内核的 16/32 位 RISC 嵌入式微处理器,其时钟频率为 180MHz,运行频率可达到 203MHz;适用于设计小体积、高性能嵌入式产品;其采用 0.18um 制造工艺的 32 位微控制器,支持 Linux 和 WinCE 等图形桌面的操作线 EBI 接口。

S3C2410 芯片的硬件结构框图如图 5 所示,其内部集成有常用的外围组件。S3C2410 芯片具有:

- (1) 16KB 数据缓存, 16KB 指令缓存;
- (2) 虚拟内存管理单元 MMU;
- (3) 16KB 的内部 SRAM 和 128KB 的内部 ROM;
- (4) 带有外部总线接口 (EBI), 方便用户进行升级;
- (5) 支持 SDRAM、StaticMemory、BurstFlash、无缝连接的 NAND Flash/Smart Media;
- (6) 增强型的时钟发生器和电源管理单元;

- (7) 带有 2 个有双锁相环的片上振荡器;
- (8) 慢速的时钟模式和软件电源优化能力;
- (9) 4 个可编程的外部时钟信号;
- (10) 周期中断定时器、看门狗定时器和秒计数器;
- (11) 具有报警中断的实时时钟;
- (12) 带有 8 个优先级、可单个屏蔽中断源、中断保护的先进中断控制器;
- (13) 7 个外部中断源, 1 个快速中断源;
- (14) 4 个 32 位并行 I/O 控制器, 多达 122 个可编程 I/O 口;
- (15) 20 通道的外围 DMA 控制器;
- (16) 10/100M 的以太网接口;
- (17) 2 个全速的 USB2.0 主接口和一个从接口;
- (18) 4 个 UART;
- (19) 3 通道 16 位的定时/计数器(TC);
- (20) 主从串行外设接口(SPI);
- (21) 两线接口(TWI);
- (22) 提供了 208 引脚 PQFP 封装和 256 球形 BGA 封装。

本发明的 A/D 转换器采用的型号为 AC1558, AC1558 为 32 路每路 12 位的 A/D 转换器, 转换时间为 1.0 μ s; 它可以直接通过数据总线与 S3C2410 芯片相连接, 并具有隔离功能, 将模拟输入与 S3C2410 芯片隔离开, 保护芯片不受外界干扰信号的影响及损坏; AC1558 是一款功能单一的 A/D 转换器, 其只强调 A/D 采样功能, 其输入带有程控放大器, 特别适合多路模拟信号的采样检测。AC1558 采用高速光耦, 较通常隔离采样板的速度有很大提高; 其自带隔离 DC/AC 变换器, 不需要外接电源。

所述的计数器采用的型号是 AC4071, 其包含九个计数/定时器, 每个计数/定时器各自独立, 它可以通过总线扩展部分直接与 S3C2410 芯片相连接。

所述的线性放大器 AMP1A、AMP2B、AMP3C、AMP4D 采用的型号为 TL084, 所述的单八通道数字控制模拟开关 U2 采用的型号为 CD4051, 所述的数字电位器 U1 采用的型号为 X9313, 所述的光电耦合器 P1、P2、P3、P4、P5、P6 采用的型号为 QTC4N25, 所述的施密特触发器 U3 采用的型号为 74LS14。

如图 2 所示, 一种通用数据采集装置的数据采集方法, 包括如下步骤:

一种通用数据采集装置的数据采集方法, 包括如下步骤:

步骤一: 打开配置文件, 读取配置参数: 本机端口号、本机 IP、数据接收系统地址, 关

闭配置文件;

步骤二: 分配动态内存用来存放采集数据;

步骤三: 通信协议初始化及配置;

步骤四: 启动看门狗电路;

步骤五: 从串口读取 GPRS 通讯系统的信息来校正系统时间;

步骤六: 设置单八通道数字控制模拟开关初始值、采样频率、看门狗中断、休眠中断及唤醒中断;

步骤七: 设置连续信号和离散信号中断向量;

步骤八: 离散信号中断等待、连续信号中断等待、看门狗中断等待、休眠中断等待;

若离散信号中断到了, 则响应离散信号中断, 采集离散信号;

若连续信号中断到了, 则响应连续信号中断, 采集连续信号;

若看门狗中断到了, 则响应看门狗中断, 重新启动系统;

若休眠中断到了, 则响应休眠中断, 保存系统设置数据, 进入休眠状态, 除 GPRS 外, 其他外设全部掉电; 然后, 继续进行唤醒中断等待, 若唤醒中断到了, 则响应唤醒中断, 系统启动, 恢复中断前设置;

步骤九: 若步骤八中采集了离散信号、连续信号, 则向上位机发送数据后返回步骤八; 否则直接返回步骤八。

本发明的工作过程如下:

现场采集的多路离散信号(如流量计脉冲信号等)经多路离散信号输入接口送入信号智能调理板中的光电隔离电路进行整形、滤波, 除去干扰并降噪, 再送入计数器; 最后送入 S3C2410 芯片进行处理。现场采集的多路连续信号经传感器转换为连续的电流或电压信号, 再经多路连续信号输入接口送入信号智能调理板中的信号模糊调理电路进行智能调制, 除去高频干扰成分、将非标准信号转换为标准信号; 然后, 将标准信号送入 A/D 转换器, 将模拟信号转换为数字信号, 最后送入 S3C2410 芯片进行处理。S3C2410 芯片通过串口接收 GPRS 通讯系统的控制信号, 并发送数据包, 实现远程无线通信。当 S3C2410 芯片通过 GPRS 通讯系统接收到休眠中断指令时, 立即进入休眠状态, 即: 除 GPRS 通讯系统外, 其余外设全部掉电; 当 S3C2410 芯片通过 GPRS 通讯系统接收到唤醒中断指令时, 系统自动启动, 恢复休眠前状态继续进行数据采样。本发明可通过网络芯片连接以太网实现网络通讯或通过 USB 通讯接口进行数据通讯。

本发明应用于石油管道泄漏的实时检测:

石油管道泄漏的实时检测一直是管道输送安全监控领域未能很好解决的难题。目前, 国

内所有管道输送企业和国外绝大多数管道输送企业均不得不采用人工巡线或停运检修的方法。国内外关于泄漏的实时检测的研究集中在声发射和漏磁检测方面，由于技术的成本和抗干扰性问题，至今没有达到实用化。

如图 6、图 7 所示，使用本发明的通用数据采集装置时，本发明与现场现有的传感器 5 等配套使用，组建所需的数据采样系统。将本发明安装在石油管道输送监控站或者无人值守的阀室，充分利用现场现有的温度、压力、流量传感器进行数据采集。主监控室的上位机通过 GPRS 通讯系统 1 接收各个监控站或者无人值守的阀室发送的数据，控制各个监控站或者无人值守的阀室中本发明的工作状态。本发明的通用数据采集装置对传感器 5 采集到的数据进行处理后，通过 GPRS 通讯系统 1 发送本站的数据，同时接收和响应主监控室发送的控制信号，具有独立的数据处理功能。

本发明的应用，可以提高石油管道的科学管理水平，有效地对管道运行实施安全监控，降低了工人的劳动强度，提高了劳动生产率；提高管道检测的自动化水平，大大减轻了管道的巡查工作压力，减少了盲目巡查工作量。而且，可尽可能的缩短抢修时间，有效地保障了石油管道的正常运行，降低了管道输送企业的运营成本。本发明的应用还可以减少石油管道盗油现象的发生，为油田经济的高速发展保驾护航。

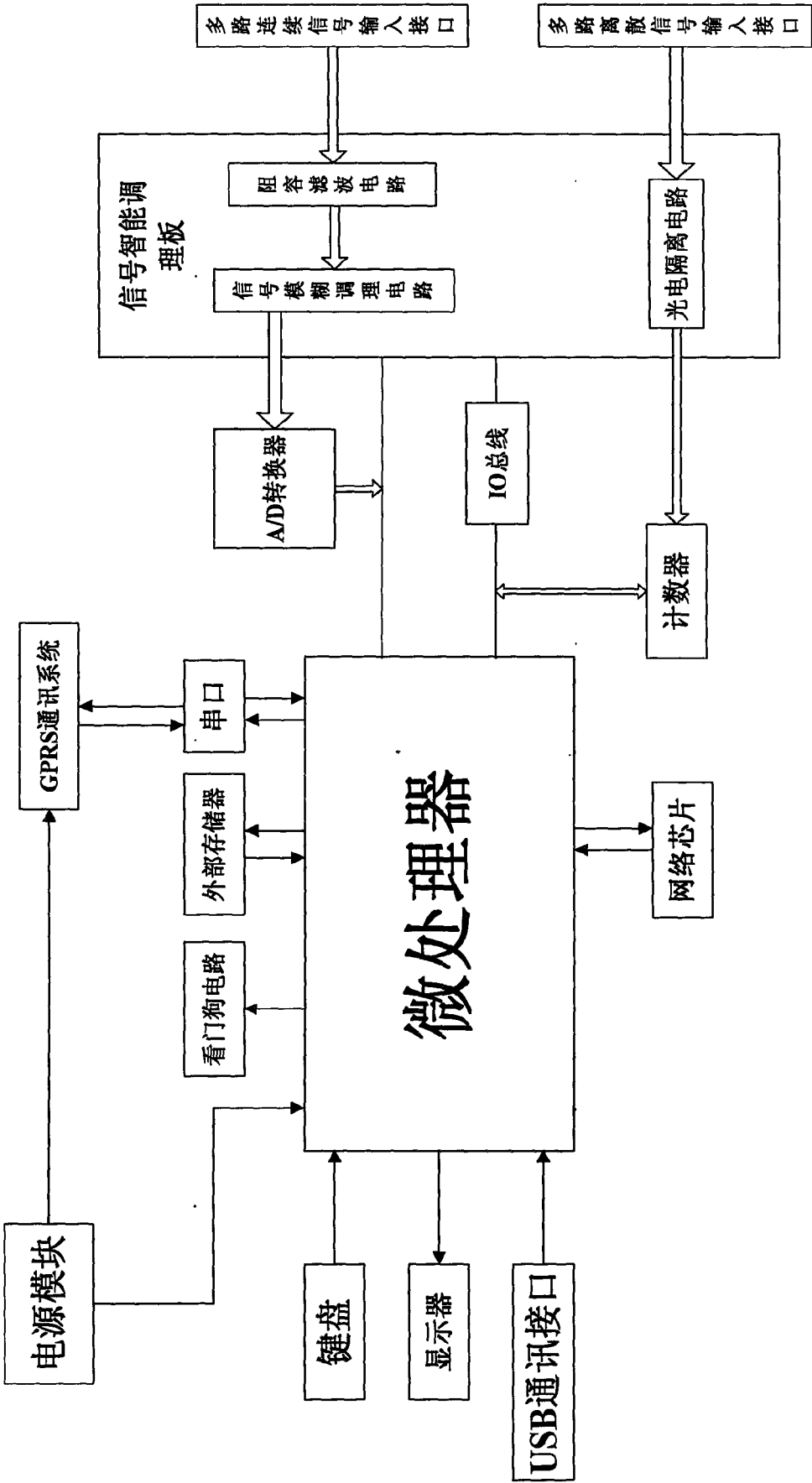


图 1

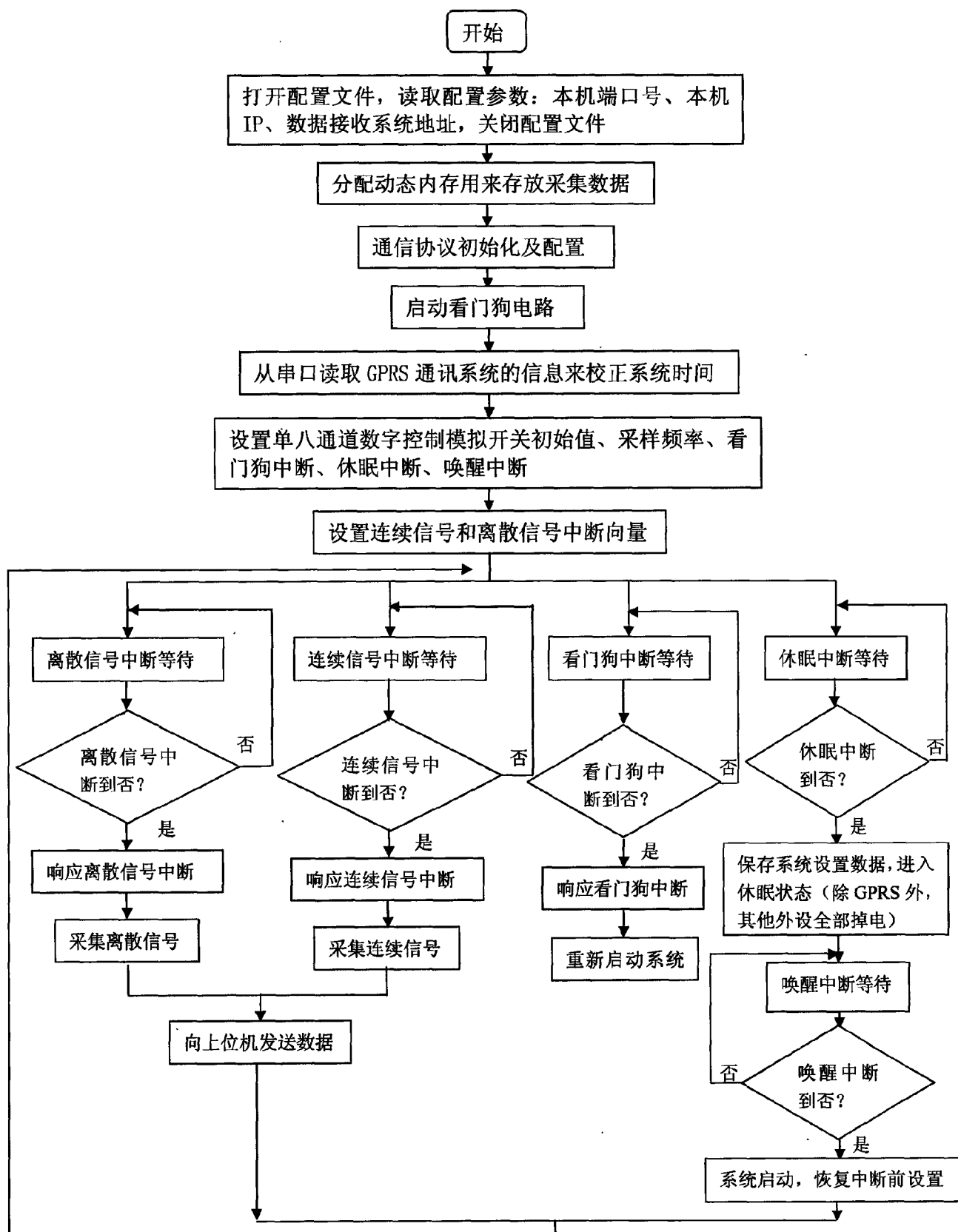


图 2

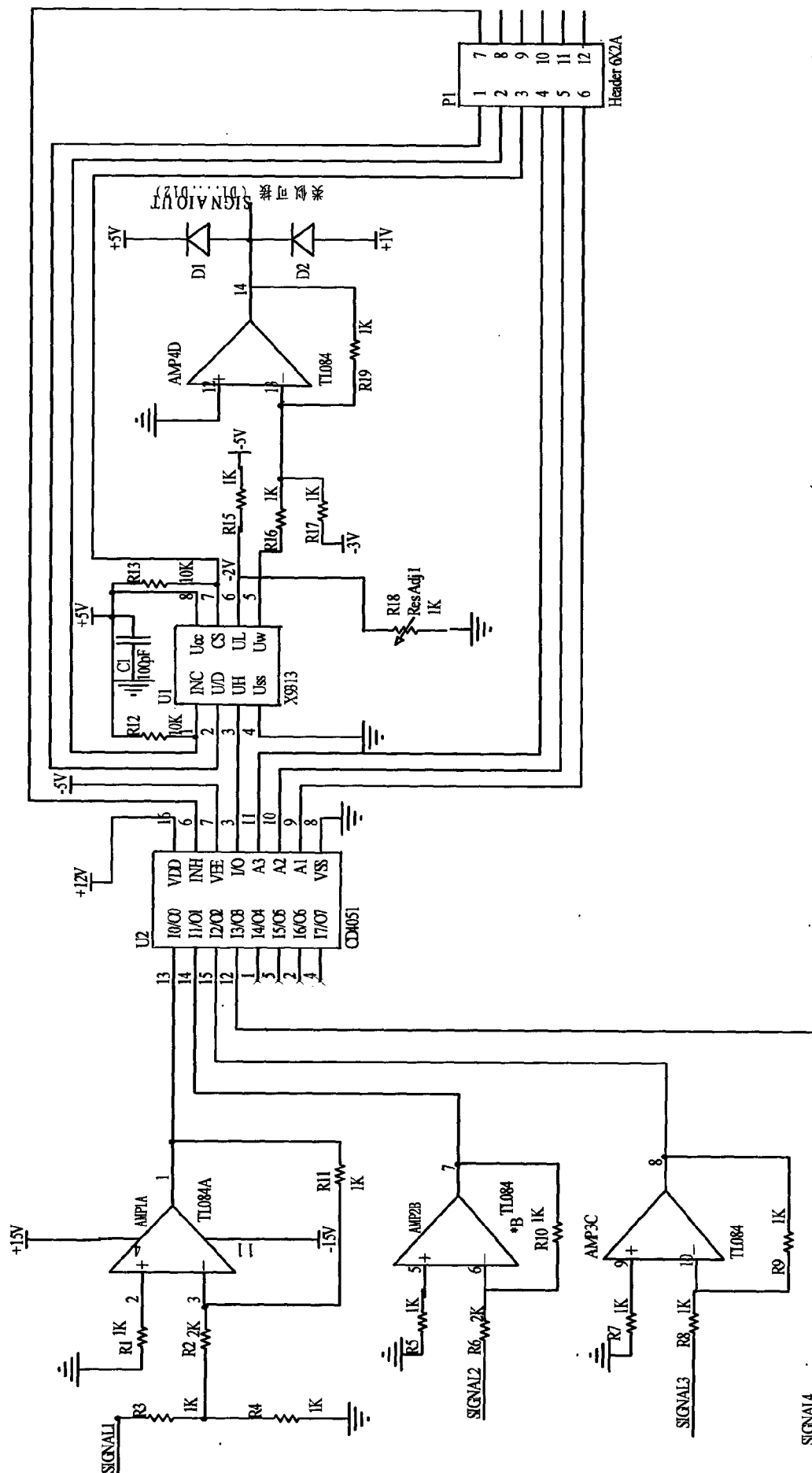


图 3

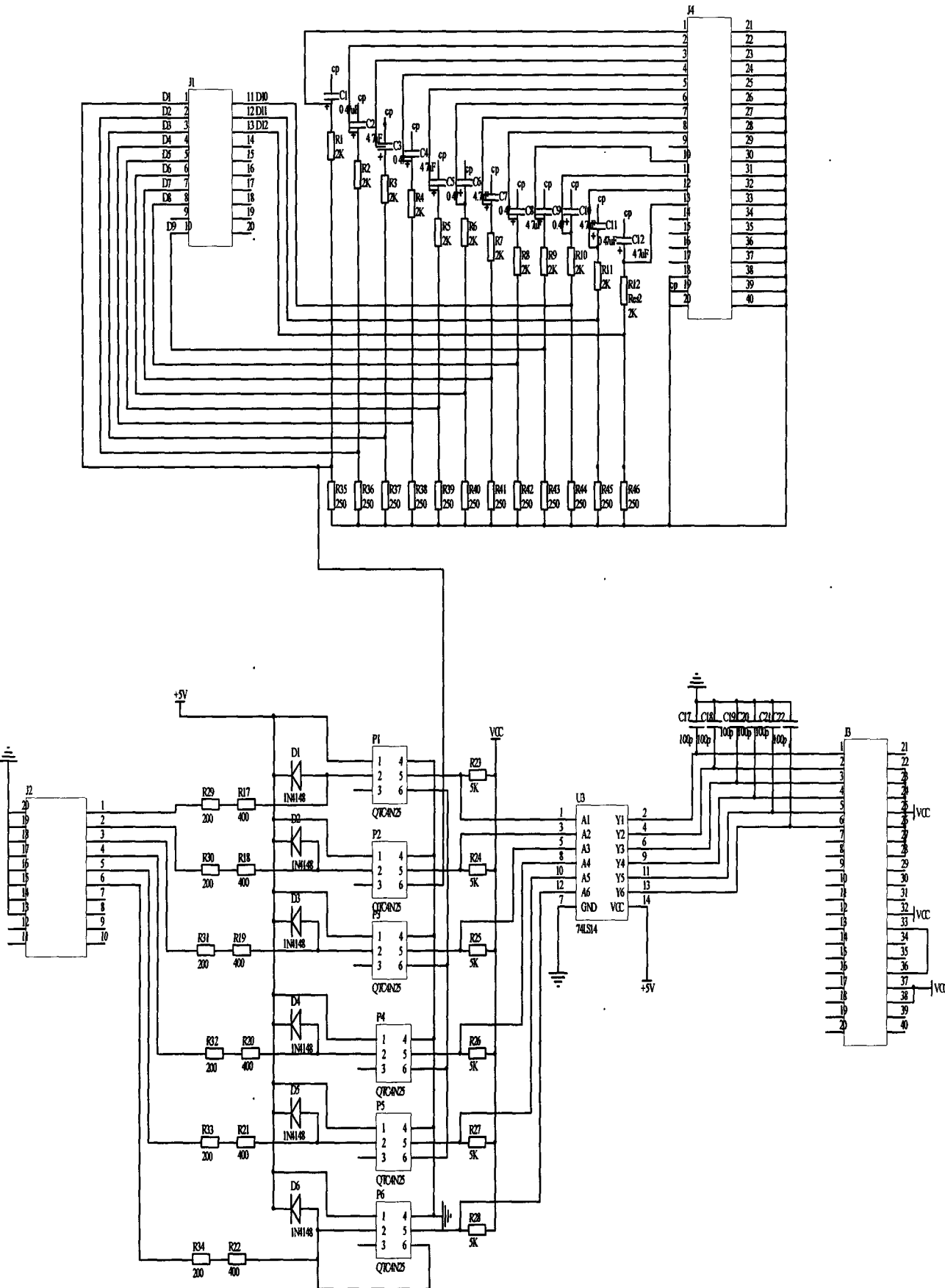
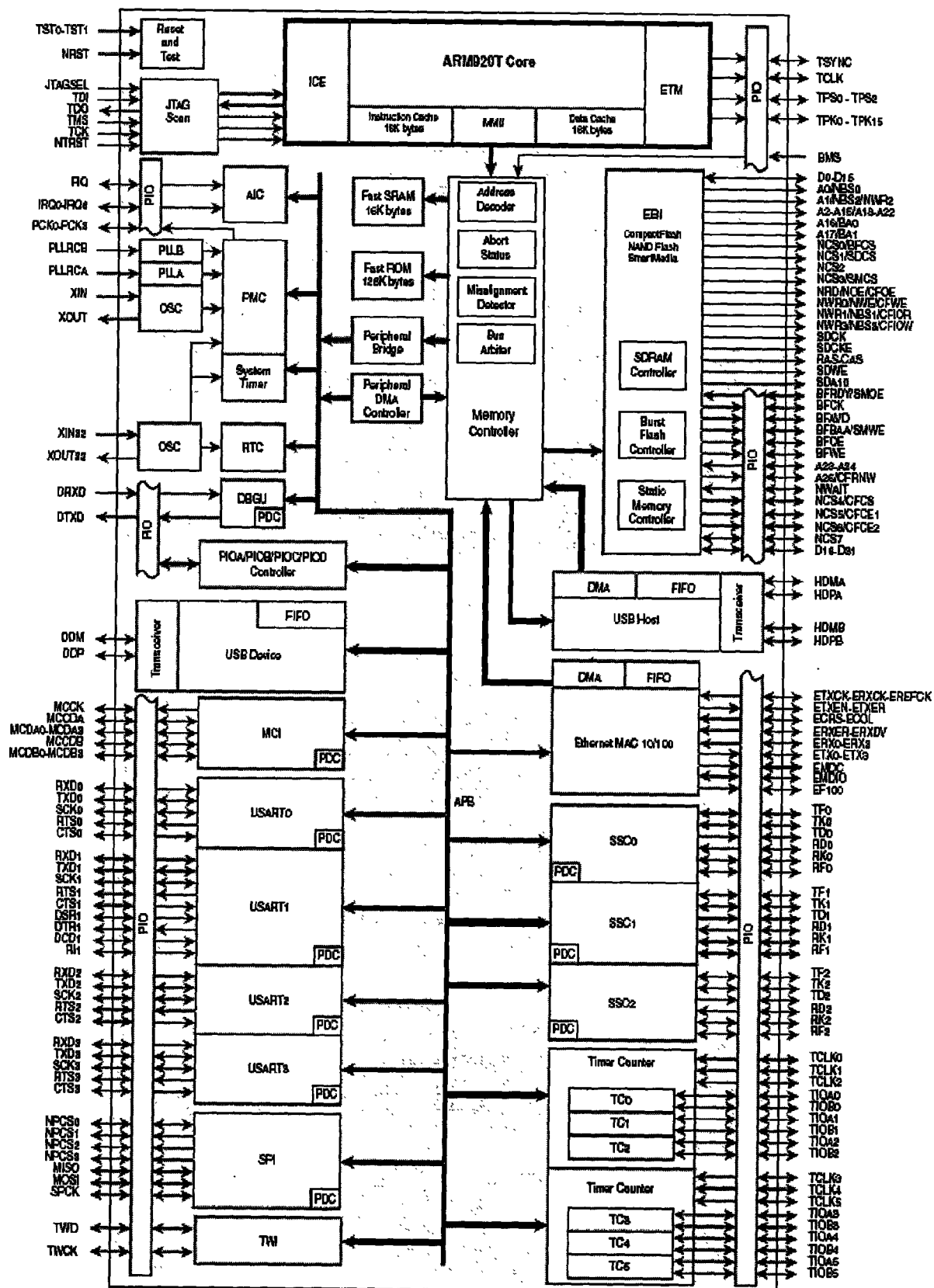


图 4



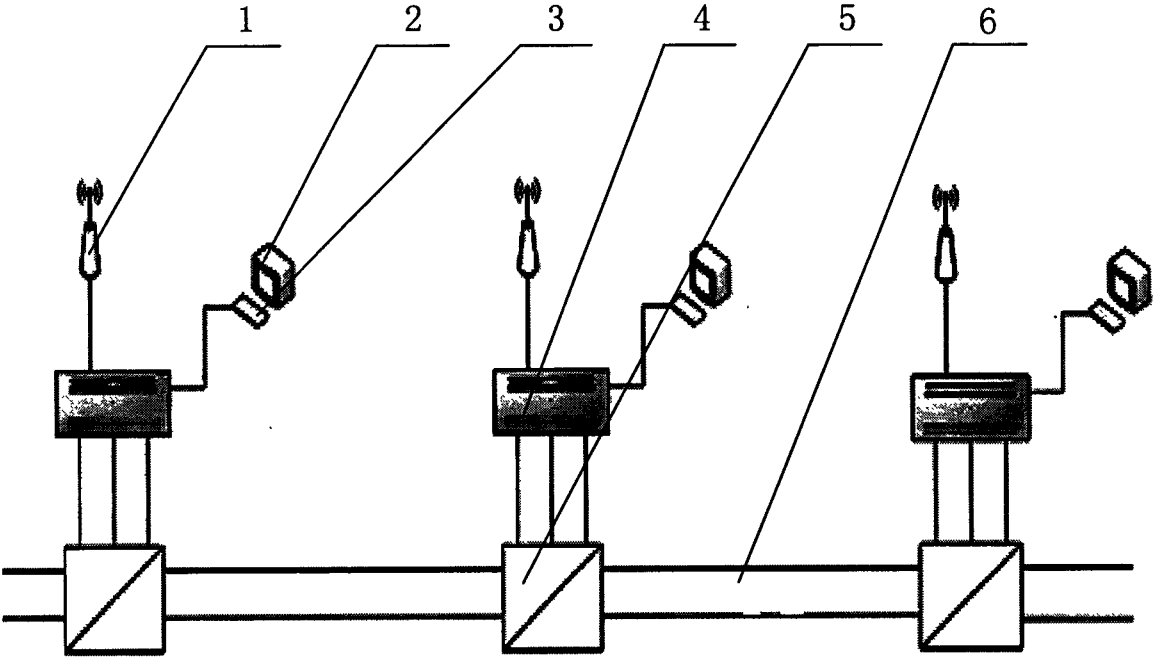


图 6

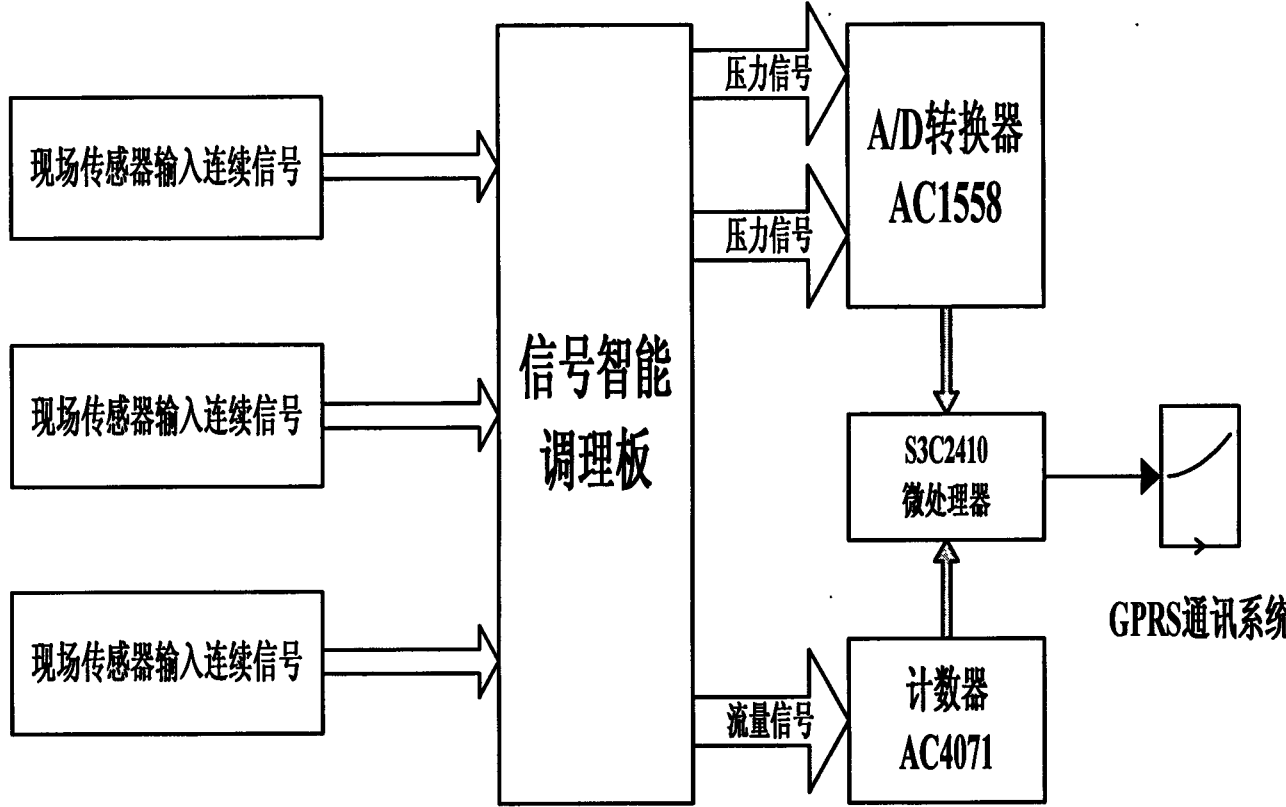


图 7