

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

E21B 47/00 (2006.01)

E21B 49/00 (2006.01)

G08C 17/02 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810101358.8

[43] 公开日 2009年8月26日

[11] 公开号 CN 101514624A

[22] 申请日 2008.3.5  
 [21] 申请号 200810101358.8  
 [71] 申请人 中国科学院自动化研究所  
 地址 100080 北京市海淀区中关村东路95号  
 [72] 发明人 谭民 李恩 梁自泽 侯增广  
 梁潇 尚继林 王硕

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司  
 代理人 周国城

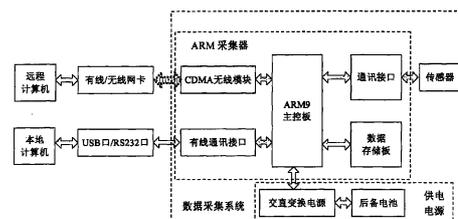
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

## [54] 发明名称

嵌入式油井参数实时采集系统

## [57] 摘要

本发明嵌入式油井参数实时采集系统，涉及信息技术与自动化领域信息处理技术领域，是利用ARM嵌入式设计技术完成的油井数据实时采集存储设备。该采集系统由ARM采集器、无线通讯模块、供电电源、传感器组成，采用源码公开的嵌入式操作系统结合嵌入式应用程序，构成嵌入式数据采集存储终端。该采集系统可自主完成设定的数据采集和存储任务，能以无线方式与远端计算机进行通讯，可用作海洋或荒漠环境中油井生产控平台的分布式监测终端，能采集存储压力、温度等多种传感器数据，最大存储容量可达数千万条数据记录，可提高油井生产过程的参数监测实时性，降低井喷事故发生的可能性，提高石油勘探和安全生产的工作效益。



1. 一种嵌入式油井参数实时采集系统，是基于 ARM9 处理器和嵌入式实时操作系统，包括 ARM 采集器、无线通讯模块、供电电源、传感器；其特征在于：其中 ARM 采集器包括 ARM 处理器系统板、数据存储器、无线通讯模块、液晶显示屏、触摸屏和防水外壳；

ARM 处理器系统板含有 ARM 处理器、电源管理部分、实时时间部分和 USB、RS232、RS485、以太网多种通讯接口；

多个传感器，每一传感器含有两个 RS232 接口；

ARM 采集器的 RS232 口与传感器 T1 的第一个 RS232 接口相连，传感器 T1 的第二个 RS232 接口与传感器 T2 的第一个 RS232 接口连接，其余传感器按照同样方式串接下去，最后一个传感器 Tn 的第二个 RS232 接口用专用封堵头封堵；每一传感器不预先设定地址，ARM 采集器根据硬件连接情况自动识别所连接传感器的个数；ARM 采集器最大能够与 16 台传感器连接；

无线通讯模块通过自定义双排 20 芯接头与 ARM 处理器系统板连接，无线通讯模块含有 SIM 卡或 UIM 卡，安装在 ARM 处理器系统板上；

供电电源以直流电压为系统供电；

数据存储器为 SD 卡存储设备，通过 SD 卡插槽固定在 ARM 处理器系统板；

液晶显示屏与 ARM 处理器系统板的显示口通过 33 芯扁平排线电气连接，液晶显示屏、ARM 处理器系统板通过连接件固定在防水外壳的前面板

上。

2. 如权利要求 1 所述的嵌入式油井参数实时采集系统, 其特征在于: 所述无线通讯模块为 CDMA 通讯模块或 GPRS 通讯模块。

3. 如权利要求 1 所述的嵌入式油井参数实时采集系统, 其特征在于: 所述数据存储器的容量为 $\leq 4\text{GByte}$ , 能随时从插槽中取出。

4. 如权利要求 1 所述的嵌入式油井参数实时采集系统, 其特征在于: 所述液晶显示屏为 16 位真彩色显示屏, 分辨率为 320\*240 像素, 液晶显示屏上方安装 5.8 英寸触摸屏, 触摸屏与 ARM 处理器系统板的触摸屏输入口通过 4 芯连接线连接。

5. 如权利要求 1 所述的嵌入式油井参数实时采集系统, 其特征在于: 所述供电电源包括开关电源和 12V/7.2AH 蓄电池, 将 110/220V 交流电转换为 12V/5V 双直流电压为系统供电, 供电电源通过内置 UPS 切换开关控制蓄电池充放电。

6. 如权利要求 1 所述的嵌入式油井参数实时采集系统, 其特征在于: 所述 ARM 数据采集器在进行本地数据回放时, 通过 USB、RS232、以太网三种接口中的任一种与笔记本电脑连接。

7. 如权利要求 1 或 6 所述的嵌入式油井参数实时采集系统, 其特征在于: 所述 ARM 数据采集器远程通讯时, 通过 RS232 接口与无线通讯模块连接, 经过无线通讯公网和 Internet 网络, 与挂接在 Internet 网络上的监控计算机通讯, 远程对采集数据进行实时监测。

## 嵌入式油井参数实时采集系统

### 技术领域

本发明涉及自动化信息处理技术领域，涉及一种石油生产过程中过程参数实时采集系统，是利用嵌入式技术设计完成的实时数据采集存储装置，适用于海洋或荒漠环境下的油井参数的实时采集、存储与远程传送。

### 背景技术

我国油气资源相对贫乏，国内众多已开发油田受油气资源储量限制产能逐渐萎缩，而新勘测和开发的油田大多处于沙漠或近海海域等位置偏远、环境极端恶劣、不适合生产人员生存和长期现场监控的地区。但石油勘探和开发过程中生产人员又必须不断地进行各种油气藏的动态测试，实时监控、测取油气藏的地层静态压力、地层温度等动态参数，并依据这些参数准确评价油田产能，优化油田产能的评价方法，确定合理的开发方案以延长油田生产寿命、以及安全生产等。恶劣的自然环境和艰苦的工作环境为石油生产人员带来了极大困难。特别是近海海上油田，生产人员无法长期驻守，需要经常出海巡视各油井生产情况、检测重要油井参数和设备完好情况，一旦遇到台风或恶劣天气无法出海，几天乃至几周内油井的重要参数都无法获知，安全生产、开发计划、产能优化也就无从谈起，

“井喷”、生产设施损坏等情况的缺失造成应急预案难以及时启动，从而造成重大经济损失和安全隐患。为此，有必要开发一种适用于海洋或荒漠等恶劣环境的油井参数实时采集系统，实现测井过程中油井参数的实时采集和存储、自主根据参数变化情况对油井生产阀门进行自动控制，提高油井开发的测试性能，提高油气田勘探效率，确保油气田的安全生产和合理开发。

## 发明内容

本发明的目的是提供一种嵌入式油井参数实时采集系统，在油气井勘探开发过程中实现实时参数测量与存储，无需工作人员在油井现场值守，能通过远程控制操作实现整个试井过程的井下油井参数的解释，提高油井开发的测试性能，提高油气田勘探开发的效率，为安全生产和产能优化提供直接依据。

为达到上述目的，本发明的技术解决方案是：

一种基于 ARM9 处理器和嵌入式实时操作系统的嵌入式实时数据采集系统，包括 ARM 采集器、无线通讯模块、供电电源、传感器；其中 ARM 采集器包括 ARM 处理器系统板、数据存储器、无线通讯模块、液晶显示屏、触摸屏和防水外壳；其中：

ARM 处理器系统板含有 ARM 处理器、电源管理部分、实时时间部分和 USB、RS232、RS485、以太网多种通讯接口；

传感器为复数个，每一传感器含有两个 RS232 接口；

ARM 采集器的 RS232 口与传感器 T1 的第一个 RS232 接口相连，传感器

T1 的第二个 RS232 接口与传感器 T2 的第一个 RS232 接口连接，其余传感器按照同样方式串接下去，最后一个传感器 T<sub>n</sub> 的第二个 RS232 接口用专用封堵头封堵；每一传感器不预先设定地址，ARM 采集器根据硬件连接情况自动识别所连接传感器的个数；ARM 采集器最大能够与 16 台传感器连接；

无线通讯模块通过自定义双排 20 芯接头与 ARM 处理器系统板连接，无线通讯模块含有 SIM 卡或 UIM 卡，安装在 ARM 处理器系统板上；

供电电源以直流电压为系统供电；

数据存储器为 SD 卡存储设备，通过 SD 卡插槽固定在 ARM 处理器系统板上；

液晶显示屏与 ARM 处理器系统板的显示口通过 33 芯扁平排线电气连接，液晶显示屏、ARM 处理器系统板通过螺钉机械连接，固定在防水外壳的前面板上。

所述的嵌入式实时数据采集系统，其所述无线通讯模块为 CDMA 通讯模块或 GPRS 通讯模块。

所述的嵌入式实时数据采集系统，其所述数据存储器的容量为 ≤ 4GByte，能随时从插槽中取出。

所述的嵌入式实时数据采集系统，其所述液晶显示屏为 16 位真彩色显示屏，分辨率为 320\*240 像素，液晶显示屏上方安装 5.8 英寸触摸屏，触摸屏与 ARM 处理器系统板的触摸屏输入口通过 4 芯连接线连接，触摸屏通过双面胶固定在液晶显示屏的上方。

所述的嵌入式实时数据采集系统，其所述供电电源包括开关电源和

12V/7.2AH 蓄电池，将 110/220V 交流电转换为 12V/5V 双直流电压为系统供电，供电电源通过内置 UPS 切换开关控制蓄电池充放电。

所述的嵌入式实时数据采集系统，其所述 ARM 数据采集器在进行本地数据回放时，通过 USB、RS232、以太网三种接口中的任一种与笔记本电脑连接。

所述的嵌入式实时数据采集系统，其所述 ARM 数据采集器远程通讯时，通过 RS232 接口与无线通讯模块连接，经过无线通讯公网和 Internet 网络，与挂接在 Internet 网络上的监控计算机通讯，远程对采集数据进行实时监测。

本发明提出的嵌入式油井参数实时采集存储系统的主要优点如下：利用基于 ARM 处理器的嵌入式系统技术研制的油井参数采集器数据采集处理能力更快，能同时对多个传感器的数据分别进行处理；利用无线通讯技术实现了从海上或荒漠平台油井参数采集器向地面管理中心进行油井参数的无线传输功能；利用无线通讯技术和网络控制技术实现由管理中心向采集器的远程参数设置和无线遥控功能；利用自行开发的嵌入式存储方法和数据压缩技术将数据存储条目增加到最大数千万条；传感器的挂接采用即插即用方式，传感器无需预先设定地址，数据采集器可自动识别传感器的数量和类型，更方便系统的安装和应用；系统的 UPS 供电功能可维持系统在交流电断电情况下持续工作 12 小时，同时箱监控中心进行远程报警，提高了系统维护的及时性。

## 附图说明

图 1 为嵌入式油井参数实时采集存储系统的结构框图。

图 2 是油井参数实时采集存储系统连接示意图。

图 3 是 ARM 嵌入式采集器的硬件电路连接框图。

## 具体实施方式

本发明的一种嵌入式油井参数实时采集系统，采用基于嵌入式 ARM 处理器设计的实时数据采集存储系统作为油井参数监控监测的终端设备，如图 1 所示。该系统采用嵌入式计算机结构，由 ARM 采集器、供电电源、传感器组成，其中 ARM 采集器由 ARM 处理器系统板、数据存储器、无线通讯模块、液晶显示屏、触摸屏和防水外壳构成，ARM 处理器系统板含有 ARM 处理器最小系统、电源管理部分、实时时间部分和 USB、RS232、RS485、以太网多种通讯接口；传感器含有两个 RS232 接口。采用 Atmel 公司的 ARM9 控制器 AT91RM9200 作为数据采集器的主控制器，移植源码公开的 uC/OS-II 实时多任务操作系统，开发相关的嵌入式应用软件。

本发明的显著特点在于使用嵌入式 ARM 控制平台构成数据采集系统的核心，基于开放式实时多任务操作系统和自行开发的快速高效的通讯接口传输驱动程序，结合合理化的任务划分与同步处理，形成了多个工作任务并行处理的实时采集系统，在挂接多个传感器的情况下仍能保证各传感器的数据采集时间，并利用高可靠的文件系统实现数据的可靠性存储，满足恶劣环境下数据高密度采集存储的要求。

本发明的技术核心在于利用嵌入式 ARM 处理器高效的数据处理能力和

多样化的外设接口，结合实时多任务操作系统，构成实时采集、显示、存储、远程传送的多任务并行运行的嵌入式数据采集系统。

本发明采用嵌入式软硬件设计技术实现了嵌入式 ARM 采集器，与传感器、无线通讯模块、供电电源、防水外壳共同组成了嵌入式油井参数实时采集存储系统，实现油井平台生产和测试过程各种工业参数的实时采集、处理、存储和远程传输。该发明使使油气井的试井过程的数据采集存储具有更高的准确性和可靠性，对于更好地对油井地层信息获取与分析具有直接的意义，以便于生产计划的制定和勘探开发的决策。因此，该发明可以有效地保证试井和生产过程的参数变化的连续性，提高试井过程的工作效率，节省油气井试井所需的人力物力，对于提高油气田勘探开发的效率、确保油气井的安全生产具有重要的作用。

图 2 为嵌入式油井参数实时采集系统的连接示意图，由 ARM 采集器、无线通讯模块、供电电源、传感器四部分组成。其中，传感器含有两个通讯接口 S1、S2 和一个传感探头接口 P，供电电源含有交流电源输入口 I 和电源输出口 O，ARM 采集器含有电源电压输入口 V、传感器通讯口 S、本机计算机接口 U 和无线模块接口 A。传感器的 P 口与传感器探头连接，传感器 T1 的 S1 口与采集器的 S 口连接，传感器 T1 的 S2 口与传感器 T2 的 S1 口连接，传感器 T2 的 S2 口使用专用堵头封堵，传感器的 S1 和 S2 口根据传感器的不同可以为 RS232 接口或 RS485 接口；供电电源的 I 口与交流电源连接，O 口与采集器的 V 口连接；采集器的 U 口与笔记本计算机相应的接口连接，U 口根据用户连接的需要可以选择为 RS232 接口、USB 接口、以太网接口中的一种；采集器的 A 口与无线通讯模块连接，无线模

块上连接通讯天线，A口为20芯自定义接口。

图2的工作原理如下：交流电源通过I口为供电电源P供电，经交直流变换，供电电源由O口输出直流电源，为数据采集器D和传感器T1、T2供电。数据采集器D向传感器T1发送数据采集命令，T1收到命令后把其采集到的传感器数据连同采集命令向传感器T2发送，T2收到后将其采集的传感器数据连同T1传送来的数据一起相回传送，经T1传递至D；数据采集器D得到T1、T2的数据后，经过相关的补偿计算和滤波处理得到两个测试点的准确参数值，存储在自身的数据存储器（图中未示出）中；笔记本计算机N通过USB口与D进行本地通讯，对数据采集器D的参数进行设置或对所存储的数据进行回放；数据采集器通过A口与无线通讯模块和通讯天线相连，与远程监控中心站进行通讯，把采集到的传感器数据实时传输到监控中心站进行远程数据监测。

图3是ARM嵌入式采集器的硬件电路连接框图。图中，主控制器选用ARM9处理器AT91RM9200，其最小系统外围电路由电源电路、复位电路、时钟源电路和JTAG电路（图中未示出）组成，构成支持CPU工作的最基本的系统单元。在该最小系统的基础上，分别使用处理器的系统扩展总线和功能扩展总线对采集器的电路构成进行扩展。在系统扩展总线上，扩展2MB的Flash存储芯片，用来存储采集器正常运行的程序软件；扩展32MB的SDRAM存储芯片，作为系统运行所需的物理内存；使用S1D13506显示控制芯片和M51V18165显存芯片扩展支持16位真彩显示屏的液晶显示屏输出接口。在功能扩展总线上，利用AT91RM9200芯片内部集成的外设接口，扩展相关外部通讯接口设备：使用DM9161网卡控制器、隔离变压器、

RJ45 座构成以太网通讯接口；使用 MAX3241 电平转换器，扩展多个 RS232 通讯接口；使用 MAX3285 电平转换器，扩展半双工 RS485 通讯接口；使用 MMBT2222 和电阻电容与 AT91RM9200 的片内 UDP 控制器相结合，构成 USB 通讯接口；使用片内 MMC/SD 控制器结合外部电路，构成 SD 卡接口；使用 ADS7843 芯片和 SPI 总线控制器，构成触摸屏输入接口；使用 M41T00 芯片和 IIC 总线接口，构成实时时间电路。

图 3 的工作原理如下：供电电源供给 ARM 采集器直流电源后，由采集器的电源单元将电压变换为处理器所需的 3.3V 和 1.8V 电压等级，为整个采集器电路供电；时钟源电路在上电后为 ARM 处理器提供工作所需的输入时钟，复位电路在上电时产生一个低电平脉冲，初始化处理器的工作状态和内部存储器内容，启动处理器开始工作；ARM 处理器通过系统总线从 Flash 存储器中逐条取出命令内容，从 SDRAM 中取出相应的数据，由 CPU 控制命令的译码、执行，实现软件设定的功能；ARM 处理器利用设备驱动程序对各外设接口进行访问，通过对 RTC 时间电路的访问获取系统的实时时间，通过对 RS232 口或 RS485 口的访问采集传感器的数据内容，传感器数据经处理后通过对 SD 卡的访问完成数据的存储，通过 RS232/USB/以太网接口与本地计算机进行通讯，实现数据回放和参数设置等功能，通过 20 芯接口（由 RS232 口、电源引线、SIM/UIM 卡引线组成，图中未示出）与无线通讯模块相连，实现与远程计算机的网络通讯，完成数据的远程实时监测。

由图 1 所示的结构形式所构建的油井参数嵌入式实时数据采集存储系统实现了在海洋或荒漠恶劣环境中的油井参数的实时采集、处理、存储、

显示和远程传输，通过本地计算机有线连接或远程计算机无线连接对采集器内部采集参数设置实现了远程控制。传感器、供电电源、数据采集器、无线通讯模块布置在整体防水箱内，安装在生产油井的井口附近，通讯天线安装在箱体之外，传感器使用防爆圆形外壳封装，供电电源（含交直流变换电源和备用电池）安装在铝质防水外壳内，数据采集器和无线通讯模块的电路板固定在一起，安装在显示屏面板的安装孔上，安装在铝质防水外壳内。每个外壳外侧安装航空插头，通过专用连接线实现外壳之间的外部接线。

本发明是实现油井参数实时采集与存储的嵌入式控制装置。由数据采集器挂接多个传感器构成，配合具有 UPS 功能的供电电源，组成油井参数采集系统。通过多种有线接口的连接（实际连接时只选择一种），可以方便地与本地计算机建立连接，进行数据回放、参数设置等数据通讯；通过无线通讯模块，采集器可以与监控中心的计算机进行网络通讯，实现海洋或荒漠环境中油井数据的远程实时监测与控制，可以提高油井参数监测的实时性，方便油井测试过程的实时控制，对安全生产和产能优化具有重要意义。

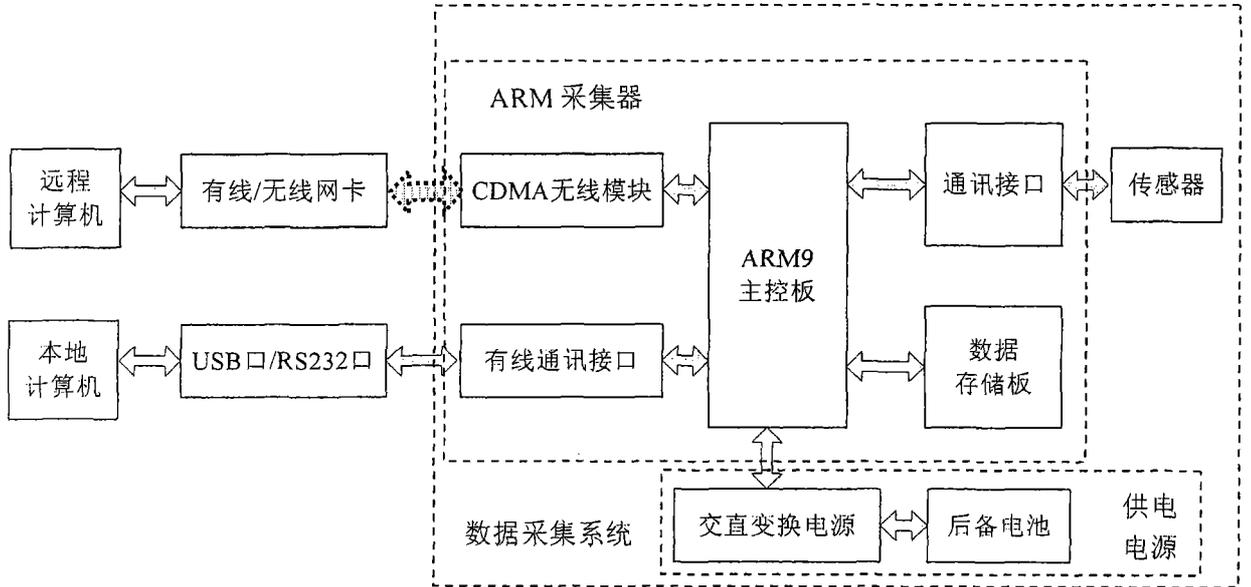


图 1

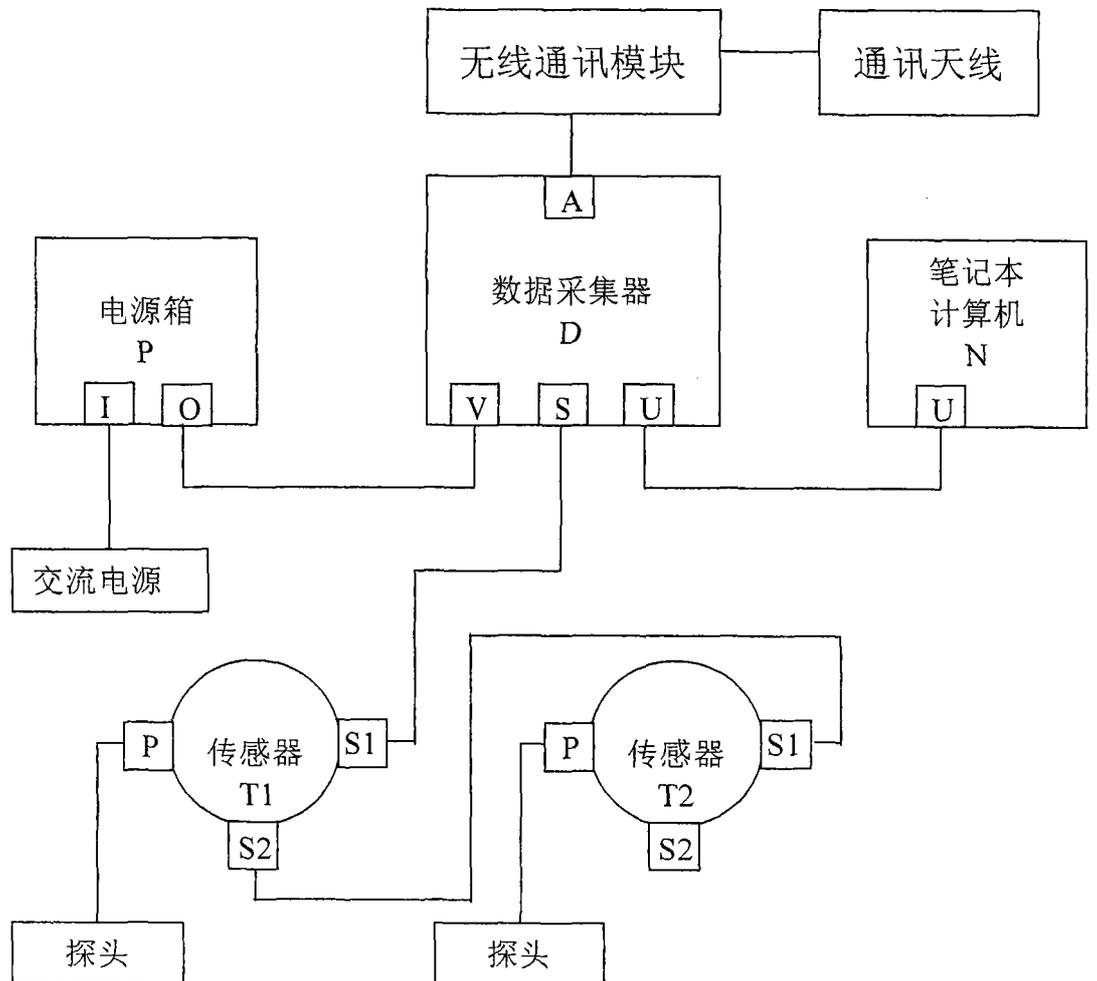


图 2

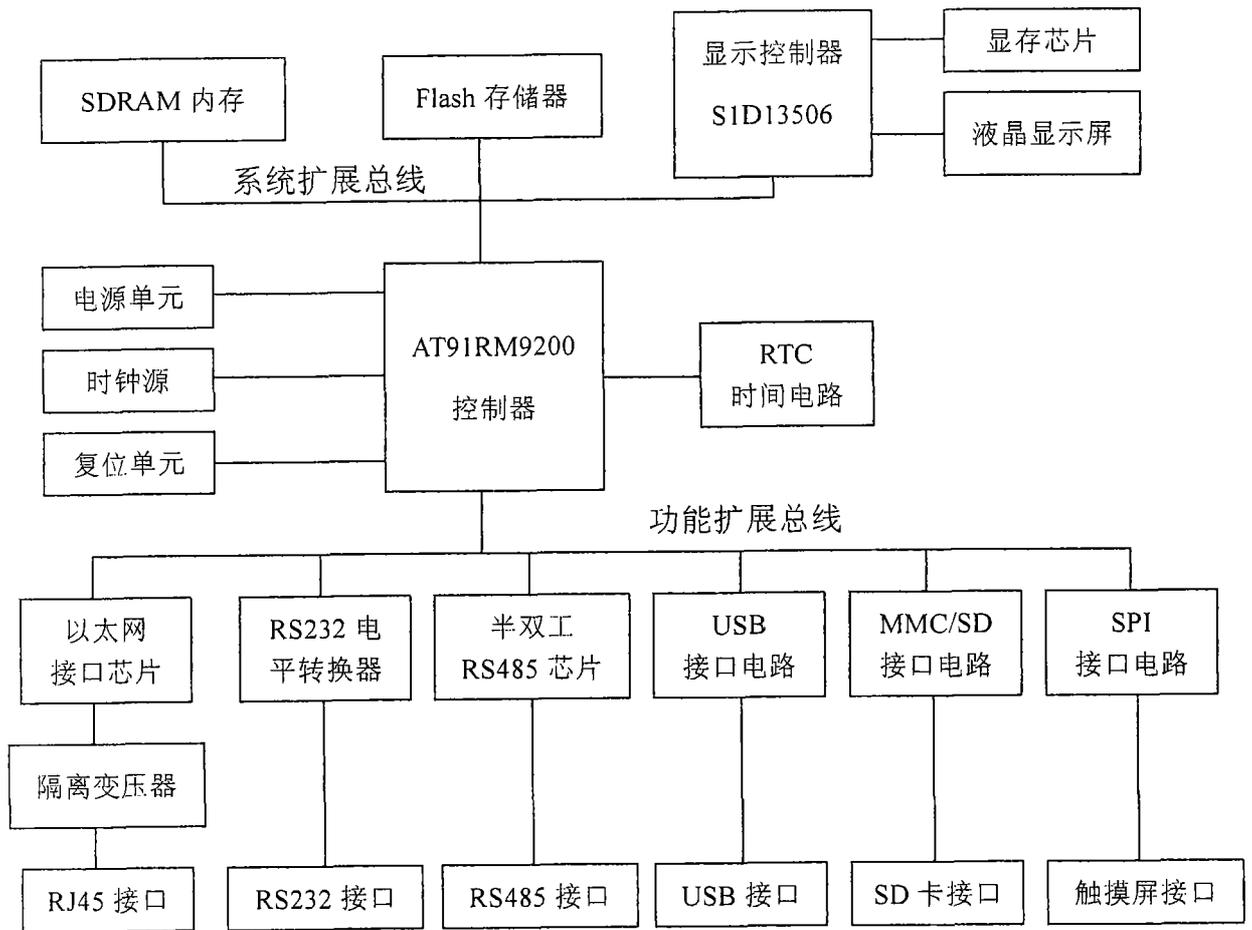


图 3