(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利说明书

(10)申请公布号 CN 101825894 A

(43)申请公布日 2010.09.08

(21)申请号 CN201010167335.4

(22)申请日 2010.04.30

(71)申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路 37 号

(72)发明人 胡晓光 黄建

(74)专利代理机构 北京慧泉知识产权代理有限公司

代理人 王顺荣

(51)Int.CI

G05B19/418

权利要求说明书 说明书 幅图

(54)发明名称

一种六氟化硫高压断路器状态智能监测与健康管理系统

(57)摘要

一种 SF

法律状态

法律状态公告日	法律状态信息	法律状态

权 利 要 求 说 明 书

1.一种 SF₆高压断路器状态智能监测与健康管理系统，其特征在于：它由硬件结构和软件结构两大部分构成；该硬件结构分为下位机和上位机两部分，其之间的关系是：下位机安装在现场 SF₆高压断路器机构柜台下，上位机安装在主控室电力测量柜台上，它们之间通过 CAN 总线网络实现通讯；其中，下位机硬件负责数据的采集、处理及传输，下位机硬件部分包括基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元、数据采集单元、智能控制输出单元、数据存储单元及 CAN 总线通讯单元；它们之间的逻辑关系是：基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元控制数据采集单元采集数据，并将数据存入数据存储单元，存储完毕后，基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元调用数据存储单元的数据进行处理及智能推理，并将智能推理结果输出至智能控制输出单元，同时，将处理后的数据通过 CAN 总线通讯单元传送到上位机；上位机硬件部分由监控中心服务器单元和 CAN 总线通讯单元即 PCI1680U 板卡组成，其之间的关系是：PCI1680U 板卡插入监控中心服务器单元 PCI 插槽中，实现与下位机的通信；上位机硬件负责监测数据的接受、控制命令的发送及人机接口界面显示；相应的，软件结构也分为下位机和上位机两部分；下位机软件负责驱动下位机的硬件完成电气状态、机械状态及绝缘状态数据采集，对采集的数据采用小波分析、包络分析、经验模态分解技术、模糊推理技术等先进的信号处理技术及算法进行特征提取，计算出SF₆高压断路器机构合分时间、行程、SF₆压力、SF₆湿度、合分线圈电流、触头磨损量和振动冲击时间参数，并结合系统状态信息执行智能推理功能实现对 SF₆高压断路器的智能控制及诊断；最后，下位机软件通过 CAN 总线通讯单元将监测处理结果发送到上位机监控中心；上位机软件负责驱动上位机 CAN 总线通讯单元硬件完成与下位机的数据通讯，并建立人机交互界面和实现监测信息的管理，为检修人员提供信息来源，同时结合设备历史运行信息，进行智能推理，实现对设备性能状态评估及寿命预测；

所述基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元是下位机硬件的核心，它控制数据

采集单元采集电气状态、机械状态、绝缘状态信息，并将采集数据存入数据存储单元；然后，该单元调用数据存储单元中的数据完成电气状态、机械状态、绝缘状态特征参数的计算，并结合系统信息实现智能推理及智能控制功能，使它具有自动识别 SF₆高压断路器的工作状态、自动调整 SF₆高压断路器的操作信息、自动记录关键信息、自动对 SF₆高压断路器的元器件和操作进行诊断等能力；最后，所有监测结果通过 CAN 总线通讯单元向上位机监控服务中心发送；基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元由 EP3C25Q240C8N 芯片和 S3C2440A 芯片构成，其之间的关系是：S3C2440A 芯片端口 E(GPE)16 个 I/O 接口及端口 F(GPF)4 个 I/O 接口分别与 EP3C25Q240C8N 芯片 20 个 I/O 接口直连实现通信；EP3C25Q240C8N 芯片是 Altera 公司的 Cyclone 系列大规模可编程逻辑器件，工作输入时钟频率设定为 50MHz，用于对 AD 采集进行控制和获取 I/O 接口的数字信息；S3C2440A 是 ARM 920T 内核的 32 位 RISC 微处理器，工作主频高达 400MHz，它是下位机部分的核心，负责控制整个监测流程及数据处理，并传送监测结果到上位机监控服务中心；

所述数据采集单元由 AD7490 模数转换器、数字 I/O 即输入输出接口、数字信号调理电路及模拟信号调理电路组成，其之间的关系是：数字传感器输出信号经过数字信号调理电路实现电平转换，并将结果输出至数字 I/O 接口；模拟传感器输出信号经过模拟信号调理电路进行信号调理和滤波，并将结果输出至 AD7490 模数转换器进行电压转换；模拟量采集和数字 I/O 量采集同时进行，模拟量数据采集是传感器调理后的模拟信号，它包括行程信号、SF₆压力、SF₆湿度、温度、合分线圈电流、振动信号和一次电流信号；数字量数据采集是传感器调理后的数字信号，它包括开关触头位置、限位开关状态信息；这种采集结构实现多状态多参量信号的实时采集；AD7490 模数转换器为 16 路 12 位精度的模数转换芯片，通过 SPI 接口方式与 FPGA 处理器相连；该数字信号调理电路由光藕、贴片电阻、退耦电容、滤波电容及普通稳压二极管组成；该模拟信号调理电路由贴片电阻、取样电阻、退耦电容、滤波电容、频率补偿电容及电压跟随器组成；

所述数据存储单元由 SDRAM 即同步动态随机存取存储器和 FLASH 即闪存两种存储器组成，它们之间的位置连接关系是：通过地址总线和数据总线与外部存储器接口连接；SDRAM 采用 2 片 HY57561620 SDRAM 芯片，存储容量 64 兆位，用来存储数据和实现上电后的应用程序加载；FLASH 采用 K9F1208 FLASH 芯片，存储容量 64 兆位，用来固化 bootloader 引导程序和应用程序；两片 HY57561620 SDRAM 芯片和一片 K9F1208 FLASH 芯片通过地址总线和数据总线与外部存储器接口连接；基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元通过外部存储器接口实现与数据存储单元数据的读写；

所述智能控制输出单元是基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元执行逻辑推理的输出结果，它由 ARM 端口 G 即 GPG10 个 I/O 接口和光电隔离电路组成，其之间的关系是：ARM 端口 G 即 GPG10 个 I/O 接口输出的数字信号经光电隔离电路将低电压值转换为 SF₆高压断路器执行机构控制电路需要的标准电压值；ARM 端口 G 即 GPG10 个 I/O 接口电平经过光电隔离电路驱动控制断路器动作的继电器，实现断路器在零电压下关合，在零电流下分断，从而提高断路器的分断能力；

所述 CAN 总线通讯单元由上位机通信模块和下位机通信模块组成，它们之间通过 CAN 总线网络相连；下位机通信模块由 MCP2515 控制器和 MCP2551 发送器组成，负责下位机数据的发送和接受；上位机通信模块是 PCI 1680U 板卡，它负责接受下位机传来的数据及发送上位机控制命令；

所述监控中心服务器单元是采用工控机，它用来存储、显示并管理监测的信息；

所述 CAN 总线通讯单元是 PCI1680U 板卡，它直接插入工控机 PCI 插槽中，实现与下位机的通讯；CAN 总线网络采用星型连接组网，分别对位于不同地点多台 SF₆高压断路器进行监测，各个下位机分别向监控中心服务器发送监测数据，监控中心服务器可实现对多个下位机的远程配置和数据接收；

所述下位机软件，它是基于 FPGA 和 ARM 芯片的智能控制及处理程序，负责控制下位机的硬件实现各传感器信号采集、信号处理以及 CAN 总线通讯；它包括两个部分，一个是 FPGA 处理器程序，另一个是 ARM 处理器程序，其之间的关系是：FPGA 处理器程序接受 ARM 处理器程序的控制命令实现数据采集，采集完毕后，FPGA 处理器程序传送采集的数据给 ARM 处理器程序，并在 ARM 处理器程序中对数据进行分析与智能推理；该 FPGA 处理器程序在 Windows 操作系统下，使用 QuarusII 软件，采用 Verilog 语言编写，FPGA 处理器外部时钟为 50MHz；FPGA 处理器程序分为 2 个处理线程，分别为数据采集线程、数据传输线程；该 ARM 处理器程序在嵌入式 Linux 操作系统平台下，采用 C 语言编写，用 arm-linux-gcc 编译器编译，主时钟频率为 400MHz；ARM 处理器程序分为 4 个处理线程，分别为控制线程、数据处理线程、CAN 总线通信线程、智能推理线程；各线程间的关系如下：CAN 总线通讯线程接收上位机的控制参数并传递给控制线程，控制线程根据这些控制参数配置数据采集线程，数据采集线程实现对信号进行采集后，启动数据传输线程，FPGA 至 ARM 数据传输结束后，运行数据处理线程及智能推理线程，最后将处理结果通过 CAN 总线通讯线程发送到上位机；

所述上位机软件，采用 VC++6.0 编写，并利用 SQL Server 2000 开发后台数据库，它包括人机交互、CAN 总线通讯、数据库和智能推理四部分；其之间的关系是：CAN 总线通讯接受下位机数据，并将结果保存至数据库，数据保存完毕后，系统调用数据库数据进行智能推理，对故障结果进行报警提示，从而实现人机交互；人机交互功能允许操作人员查看数据库中设备运行的历史数据及通过 CAN 总线通讯向下位机传递控制参数实现对设备进行控制；该人机交互部分采用大液晶屏显示，支持键盘、鼠标及触摸屏输入，它负责数据及波形的显示并提供控制参数设置窗口，实现工作人员和系统的交互；该 CAN 总线通讯部分是 PCI1680U，它由工控机负责驱动工作，实现数据的发送和接收；该数据库存储监测信息，并实现管理与查询功能；该智能推理是结合数据库中设备历史信息采用先进算法进行数据分析。

2.根据权利要求 1 所述的一种 SF₆高压断路器状态智能监测与健康管理系统，其特征在于：该控制线程在嵌入式 Linux 操作系统下，采用 C 语言编写，用 arm-linux-gcc 编译器编译；该控制线程负责完成程序基本参数的设置即绝缘状态参数采集时间间隔、数据采集时序控制、定时数据传输控制；下位机的 CAN 总线通讯线程接收来自上位机的控制参数，并把控制参数传递给控制线程，由控制线程来实现下位机各参数的配置。

3.根据权利要求 1 所述的一种 SF₆高压断路器状态智能监测与健康管理系统，其特征在于：该数据采集线程包括模拟量采集和数字量采集两部分，其之间的关系是：模拟量采集和数字量采集并行进行；模拟量采集负责各传感器信号的采集，把各传感器输出的模拟量通过 AD7490 芯片和 ARM 内部 AD 进行换转；其中，模拟量包括 SF₆压力、SF₆湿度、现场温度、振动、一次电流、合分线圈电流、行程信号；模拟量采集又包括 FPGA 处理器控制 AD7490 芯片采集和 ARM 内部 AD 定时采集两部分，其之间的关系是：断路器动作时，由 FPGA 处理器控制 AD7490 芯片采集；断路器不动作时，由 ARM 内部 AD 定时采集；FPGA 处理器控制 AD7490 芯片采集的模拟量包括振动、一次电流、合分线圈电流、行程信号；ARM 内部 AD 采集包括 SF₆压力、SF₆湿度、现场温度；数字量采集包括 FPGA 处理器 I/O 端口采集和 ARM 处理器 I/O 端口采集两部分，其之间的关系是：断路器动作时，由 FPGA 处理器 I/O 端口采集；断路器不动作时，由 ARM 处理器 I/O 端口定时采集；数字量采集负责监测 I/O 端口的状态，通过 I/O 端口状态的变化反应当前 SF₆高压断路器触头状态信息和限位开关信息；该数据采集线程中 ARM 内部 AD 定时采集及对应的数字量采集程序在嵌入式 Linux 操作系统下，采用 C 语言编写，用 arm-linux-gcc 编译器编译；该数据采集线程中 FPGA 处理器控制 AD7490 芯片采集及对应的数字量采集程序在 Windows 操作系统下，采用 QuarusII 软件，Verilog 语言编写。

4.根据权利要求 1 所述的一种 SF₆高压断路器状态智能监测与健康管理系统，其特征在于：该数据传输线程包含 ARM 处理器接受数据和 FPGA 处理器发送数据两部分，其之间的关系是：ARM 处理器接受 FPGA 处理器发送的数据；该线程负责 ARM 处理器与 FPGA 处理器的数据传输，在 FPGA 处理器中定制 8K*16 位的双 FIFO 结构，ARM 控制线程启动数据采集命令后，FPGA 处理器控制 AD7490 芯片进行信号采集，每次采集的数据存满双 FIFO 结构其中之一 FIFO 后，FPGA 处理器向 ARM 处理器发送中断数据传输信号，由 ARM 处理器读取 FPGA 处理器中定制的 FIFO 中存储的数据，同时，FPGA 处理器将采集的数据继续存放在另外一个空 FIFO 中，这样实现数据双 FIFO 交替传输，提高系统实时性；该数据传输线程中 ARM 处理器接受数据程序在 Windows 操作系统下，采用 QuarusII 软件，Verilog 语言编写；该数据传输线程中 FPGA 处理器发送数据程序在 Windows 操作系统下，采用 QuarusII 软件，Verilog 语言编写。

5.根据权利要求 1 所述的一种 SF₆高压断路器状态智能监测与健康管理系统，其特征在于：该数据处理线程是负责完成机械状态、电气状态、绝缘状态信号的分析与处理，计算 SF₆高压断路器各项状态参数；在 SF₆高压断路器正常运行情况下，对 SF₆压力、SF₆湿度及控制柜温度进行采集并分析，将压力值转换为 20℃的压力值，并设定阈值，超过阈值范围，在上位机产生报警信号；在 SF₆高压断路器动作情况下，对一次电流、合分线圈电流、振动信号、行程信号采集，并采用信号处理技术对信号进行处理；其中，一次电流用于 SF₆高压断路器磨损触头的估算，SF₆高压断路器触头的绝对电磨损总量一定，根据不同 SF₆高压断路器的 N_l-I_c曲线，求得任

意大小开断电流 I_c的对应允许开断次数 N_l，通过各次电磨损量的综合计算，即可求出该 SF₆高压断路器的相对电寿命；合分线圈电流波形变化代表了电磁铁动铁芯在脱扣、释能过程中的动作情况以及合分闸线圈中电阻值的变化情况，基于小波分析方法分析合分线圈电流参数可作为诊断 SF₆高压断路器机械操作系统的重要依据；振动事件辨识是 SF₆高压断路器振动信号监测中的重要内容，由正常情况下录取的指纹波形成标准信号，采用小波分析和经验模态分解方法对信号进行分析和处理，将待测状态下振动信号包络与标准信号包络的特征量进行比较，根据其偏差大小以及结合合分线圈电流信号的处理结果综合判断 SF₆高压断路器健康状况；分析断路器动作时行程信号，能提高 SF₆高压断路器动作中的合闸速度、分闸速度、平均速度、最大速度信息，速度是体现 SF₆高压断路器性能的一项重要指标，速度过小，加大燃弧时间，加速设备老化；速度过大，增加合分运动的冲击力，对机构牢固影响大，通过速度的分析可判断 SF₆高压断路器机构的工作性能；该数据处理线程在嵌入式 Linux 操作系统下，采用 C 语言编写，用 arm-linux-gcc 编译器编译。

6.根据权利要求 1 所述的一种 SF₆高压断路器状态智能监测与健康管理系统，其特征在于：该智能推理线程负责综合来自感知功能获取的信息、执行功能反馈的信息、系统的控制信息进行智能推理；智能控制线程综合这些特征信息，可自动识别断路器的工作状态、自动调整断路器的操作信息、自动记录关键信息、自动对断路器的元器件和操作进行诊断；智能控制线程的输出一方面为执行功能提供操作指令，另一方面为系统提供断路器工作状态信息；该智能推理线程在嵌入式 Linux 操作系统下，采用 C 语言编写，用 arm-linux-gcc 编译器编译。

7.根据权利要求 1 所述的一种 SF₆高压断路器状态智能监测与健康管理系统，其特征在于：该 CAN 总线通讯线程由下位机 CAN 总线通讯线程利上位机 CAN 总线通讯线程组成，其之间的关系是：下位机 CAN 总线通讯线程与上位机 CAN 总线通讯线程通过 CAN 总线通讯网络实现通信；下位机 CAN 总线通讯线程负责向上位机发送断路器状态监测的计算结果、智能推理结果及接收上位机发送到下位机的控制参数；上位机 CAN 总线通讯线程负责接收下位机发送到上位机的监测数据及向下位机发送系统配置与控制参数；该下位机 CAN 总线通讯线程在嵌入式 Linux 操作系统下，采用 C 语言编写，用 arm-linux-gcc 编译器编译；该上位机 CAN 总线通讯线程在 Windows 操作系统下，使用 Visual C++ 6.0 软件，采用 C++ 语言编写。

明　书

)技术领域：

本发明涉及一种六氟化硫(SF₆)高压断路器状态智能监测与健康管理系统。该系统能够实时智能监测 SF₆高压断路器电气状态参数、机械状态参数以及绝缘状态参数，并能对 SF₆高压断路器状态及性能进行综合评估，实现设备的健康管理，从而提高电力系统自动化水平及可靠性，有效预防电力系统由于 SF₆高压断路器本体故障所引起的灾害。其中涉及数据采集技术、信号处理技术、智能推理技术、先进控制技术和 CAN 总线通讯技术。CAN 总线通讯技术在系统硬件结构中对应 CAN 总线控制器 MCP2515 和 PCI1680U 板卡，在系统软件结构中对应 CAN 总线通信线程。该系统属于信号处理与监测类技术领域。

(二)背景技术：

SF₆高压断路器作为电力系统中一种重要的电力设备，对系统的安全运行异常重要，其健康状况近年来逐渐成为电网公司关注的焦点。国际大电网会议分别在 1974～1977 年和 1988～1991 年两次在世界范围内对 63KV 及以上的 SF₆高压断路器的可靠性做了世界性大范围的调查，调查结果均表明，SF₆高压断路器操作机构的机械故障和 SF₆气体绝缘故障在所有故障中占有相当大的比重，这两种故障的发生概率的总和在主要故障中占 51.2%，在次要故障中更是占到了 79％。国内对 SF₆高压断路器中各个部件的故障概率的很多调查结果也显示机械故障和 SF₆气体绝缘故障在所有的故障之中占有相当大的比重，同时，通过状态监测分析了解 SF₆高压断路器触头磨损情况对及时更换元件有着重要的意义。在对 SF₆高压断路器的诊断与检修中，以往国内都采用离线例行试验与操作对 SF₆高压断路器进行定期检修，这种计划性的预防检修盲目性大，不仅费时和费力，而且频繁的操作及过度的拆卸检修会降低 SF₆高压

2009年中国国家电网公司以奉献清洁能源、促进经济发展、服务社会和谐为基本使命，提出了立足自主创新，加快建设以特高压电网为骨干网架，各级电网协调发展，具有信息化、数字化、自动化、互动化特征的统一的坚强智能电网的发展目标。因此，对SF₆高压断路器的状态实行智能监测及实施健康管理，对于提高电力系统自动化水平及可靠性，及时解决故障问题，避免出现电力事故，挽救财产损失具有重大的意义。

目前，SF₆高压断路器状态监测主要有以下三种方法。第一种方法是基于单片机的在线监测装置，这种装置仅仅监测SF₆高压断路器的部分状态参数，例如，SF₆压力与SF₆湿度或合分线圈电流值等；当监测多个状态参数时，需安装较多的监测设备，占地空间大，接线复杂，且精确度不高，无智能推理及健康管理功能。第二种方法是基于DSP的在线监测系统，这些芯片处理速度比单片机快，分析参量精确，但监测量仍单一，上位机管理系统仅储存单一状态参数，无法进行多参量信息融合实现智能诊断。第三种方法是基于工控机的方法，这种方法在一定程度上弥补了前两种方法监测参量不全的缺点，能存储大部分参量信息数据，但无法进行多参量信息融合实现智能诊断及健康管理，且占地空间大。

针对以上问题，提出一种SF₆高压断路器智能监测与健康管理系统。该系统采用了ARM+FPGA+IPC的体系结构，集采集、计量、智能推理、通讯、健康管理功能于一体，实时智能监测现场多台SF₆高压断路器的电气状态、机械状态、绝缘状态参数，采用先进信号处理技术及算法提取特征量，并结合系统信息实现智能推理及智能控制功能。为提高系统的实时性和抗干扰能力，采用CAN总线通讯技术与上位机通信，在上位机实现设备的健康综合管理。

(三)发明内容：

1 SF₆高压断路器状态智能监测与健康管理系统。该系统采用了 ARM+FPGA+IPC(先进 RISC 机器+可编程逻辑门阵列+工业控制计算机)的体系结构，集采集、计量、智能推理、通讯、健康管理功能于一体，实时智能监测现场多台 SF₆高压断路器的电气状态、机械状态、绝缘状态参数，采用先进信号处理技术及算法提取特征量，并结合系统信息实现智能推理及智能控制功能，并采用CAN 总线通讯技术将监测结果及智能推理结果实时传送到上位机。

2、技术方案：本发明一种 SF₆高压断路器状态智能监测与健康管理系统，它由硬件结构和软件结构两大部分构成。该硬件结构分为下位机和上位机两部分，其之间的关系是：下位机安装在现场 SF₆高压断路器机构柜台下，上位机安装在主控室电力测量柜台上，它们之间通过CAN 总线网络实现通讯；硬件结构示意图如图 1 所示。其中，下位机硬件负责数据的采集、处理及传输，下位机硬件部分包括基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元、数据采集单元、智能控制输出单元、数据存储单元及 CAN 总线通讯单元；它们之间的逻辑关系是：基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元控制数据采集单元采集数据，并将数据存入数据存储单元，存储完毕后，基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元调用数据存储单元的数据进行处理及智能推理，并将智能推理结果输出至智能控制输出单元，同时，将处理后的数据通过 CAN 总线通讯单元传送到上位机。上位机硬件部分由监控中心服务器单元和 CAN 总线通讯单元(PCI1680U 板卡)组成，其之间的关系是：PCI1680U 板卡插入监控中心服务器单元 PCI 插槽中，实现与下位机的通信。上位机硬件负责监测数据的接受、控制命令的发送及人机接口界面显示。相应的，软件结构也分为下位机和上位机两部分。下位机软件负责驱动下位机的硬件完成电气状态、机械状态及绝缘状态数据采集，对采集的数据采用小波分析、包络分析、经验模态分解技术、模糊推理技术等先进的信号处理技术及算法进行特征提取，计算出 SF₆高压断路器机构合分时间、行程、SF₆压力、SF₆湿度、合分线圈电流、触头磨损量、振动冲击时间等参数，并结合

诊断；最后，下位机软件通过 CAN 总线通讯单元将监测处理结果发送到上位机监控中心。上位机软件负责驱动上位机 CAN 总线通讯单元硬件完成与下位机的数据通讯，并建立人机交互界面和实现监测信息的管理，为检修人员提供信息来源，同时结合设备历史运行信息，进行智能推理，实现对设备性能状态评估及寿命预测。

(1)硬件结构：

所述基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元是下位机硬件的核心，它控制数据采集单元采集电气状态、机械状态、绝缘状态信息，并将采集数据存入数据存储单元；然后，该单元调用数据存储单元中的数据完成电气状态、机械状态、绝缘状态特征参数的计算，并结合系统信息实现智能推理及智能控制功能，使它具有自动识别 SF₆高压断路器的工作状态、自动调整 SF₆高压断路器的操作信息、自动记录关键信息、自动对 SF₆高压断路器的元器件和操作进行诊断等能力；最后，所有监测结果通过 CAN 总线通讯单元向上位机监控服务中心发送。基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元由 EP3C25Q240C8N 芯片和 S3C2440A 芯片构成。其之间的关系是：S3C2440A 芯片端口 E(GPE)16 个 I/O 接口及端口 F(GPF)4 个 I/O 接口分别与 EP3C25Q240C8N 芯片 20 个 I/O 接口直连实现通信。EP3C25Q240C8N 芯片是 Altera 公司的 Cyclone 系列大规模可编程逻辑器件，具有丰富的可编程和片内 RAM 资源，具有高速并行处理能力，工作输入时钟频率设定为 50MHz，主要用于对 AD 采集进行控制和获取 I/O 接口的数字信息。S3C2440A 是 ARM 920T 内核的 32 位 RISC 微处理器，工作主频高达 400MHz，它是下位机部分的核心，负责控制整个监测流程及数据处理，并传送监测结果到上位机监控服务中心。

所述数据采集单元由 AD7490 模数转换器、数字 I/O(输入输出接口)接口、数字信号调理电路及模拟信号调理电路组成，其之间的关系是：数字传感器输出信号经过数字信号调理电路实现电平转换，并将结果输出至数字 I/O 接口；模拟传感器输出

模数转换器进行电压转换；模拟量采集和数字 I/O 量采集同时进行，其结构如图 2 所示。模拟量数据采集是传感器调理后的模拟信号，它包括行程信号、SF₆压力、SF₆湿度、温度、合分线圈电流、振动信号、一次电流信号等。数字量数据采集是传感器调理后的数字信号，它包括开关触头位置、限位开关等状态信息。本发明的采集信号电路结构如图 3 所示，这种采集结构实现多状态多参量信号的实时采集。其工作原理为：基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元不断从电力系统中采集某些特定信息，据此来判别断路器当前的工作状态，同时处于操作的准备状态。当断路器不动作时，由 ARM 内部自带的 10 位 AD 采集断路器的 SF₆压力、SF₆湿度以及现场温度，同时，ARM 的 I/O 接口采集断路器触头信息等，并将监测数据保存在数据存储单元。当断路器动作时，FPGA 控制 AD7490 模数转换器实现行程信号、合分线圈电流、振动信号及一次电流信号的实时采集，同时，FPGA 的 I/O 接口采集触头信息、限位开关等，最后，将所有监测数据保存在数据存储单元。AD7490 芯片为 16 路 12 位精度的模数转换芯片，通过 SPI 接口方式与 FPGA 处理器相连。该数字信号调理电路由光藕、贴片电阻、退耦电容、滤波电容及普通稳压二极管等组成；该模拟信号调理电路由贴片电阻、取样电阻、退耦电容、滤波电容、频率补偿电容及电压跟随器等组成；系统所用传感器包括 PT100 温度传感器、GEMS3100 压力传感器、DMP248 湿度传感器、VSM003A 电压传感器、CSA025A 电流传感器、M353B02 加速度传感器、LWH-250MM 行程传感器、CHF-[*]G 电流传感器。

所述数据存储单元由 SDRAM(同步动态随机存取存储器)和 FLASH(闪存)两种存储器组成，它们之间的位置连接关系是：通过地址总线和数据总线与外部存储器接口连接。SDRAM 采用 2 片 HY57561620 SDRAM 芯片，存储容量达到 64 兆位，用来存储数据和实现上电后的应用程序加载。FLASH 采用 K9F1208 FLASH 芯片，存储容量达到 64 兆位，用来固化 bootloader 引导程序和应用程序。两片 HY57561620 SDRAM 芯片和一片 K9F1208FLASH 芯片通过地址总线和数据总线与外部存储器接口连接。基于 FPGA 和 ARM 的智能控制及处理单元通过外部存储器

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/728136120016006105