

# 便携式数据采集器的数据传输控制系统设计

钱 军

(江西省信息中心, 南昌 330036)

**摘要:** 当前数据采集器在数据传输过程中, 存在数据传输效率低, 数据安全性得不到保障等问题; 现在针对这些问题, 设计了一种便携式数据采集器的数据传输控制系统; 数据传输控制系统通过 FPGA 转换器接口对数据进行采集, 将采集到的数据除杂并存储在 DDR2 SDRAM 中, 然后将这些数据应有核心处理的 FIFO 芯片进行处理, 保障数据传输过程中的数据传输效率; 对系统的数据传输效率与丢包率进行实验, 实验结果表明, 便携式数据采集器的数据传输控制系统有效减小数据丢包率, 对于数据攻击的控制准确度达到 98.92%。

**关键词:** 数据除杂; 便携式数据采集器; 数据传输; FIFO 芯片

## Design of data Transmission Control system for Portable data Collector

Qian jun

(Jiangxi Information Center, Nanchang 330036, China)

**Abstract:** In the process of data transmission, the data collector has some problems, such as low efficiency of data transmission and unguaranteed data security. In order to solve these problems, a data transmission control system of portable data collector is designed. The data transmission control system collects the data through the FPGA converter interface, removes the collected data and stores them in the DDR2 SDRAM, and then processes the data with the core FIFO chip. Ensure the efficiency of data transmission in the process of data transmission. The data transmission efficiency and packet loss rate of the system are tested. The experimental results show that the portable data collector The control accuracy of data attack is 98.92.

**Keywords:** data impurity removal; portable data collector; data transmission; FIFO chip

### 0 引言

网络飞速发展, 各项信息在网络上聚集, 为适应这种发展, 数据采集器大量出现, 能够实现对数据的采集, 但在此阶段的数据传输过程会遇到各种问题。例如, 在传输过程中存在数据丢失、数据传输效率低等问题。为此, 许多科学家做出了海量研究。张弓<sup>[1]</sup>设计了手持式数据采集器系统, 是数据的采集更为便捷快速, 但存在控制精度不高的问题。对于传统数据采集器的数据传输控制系统, 控制方式简单、对于节点信息量的处理不均匀、难以达到准确识别的效果, 降低了数据传输控制的可靠性。解永生对便携式动态心电图信号数据采集器进行了优化设计<sup>[2]</sup>, 具有十分强大的并行计计算的能力。便携式数据采集器的数据传输过程进行有效控制, 可以有效避免数据通道拥塞及恶意网络数据的攻击, 这种方法在为数据传输控制过程提供更多的便利的同时, 也存在传输时间过长问题。为克服传统控制系统设计的在控制精度方面的不足, 本文设计了一种便携式数据采集器的数据传输控制系统, 优化数据传输过程的传输效率的同时, 也降低的数据丢包率。阐述了系统的硬件构成及软件算法实现流程, 并基于实验结果验证了文中系统在控制数据丢包率控制及控制精度方面的

优势。

### 1 便携式数据采集器的数据传输控制系统总体结构

现在网路环境极度不安全, 数据传输过程中存在安全隐患, 数据传输过程中数据的精度、安全性、以及传输效率都会受到上述原因影响。为此设计一种能够改善这种状况的系统——便携式数据采集器的数据传输控制系统, 它分为软件和硬件两个部分, 通过对数据采集器结构的优化, 完成对数据传输过程的有效控制。器总体结构共有三大部分, 通过便携式数据采集器对数据进行采集, 然后通过数据核心器对采集到的数据进行处理, 最后通过控制器对数据传输的准确性、安全性、以及传输效率进行控制, 返回处理后的数据显示给显示器。通过这种核心处理器与控制器对数据传输过程处理, 能够快速识别和分析出数据传输的具体状况, 其总体结构图, 如图 1 所示。

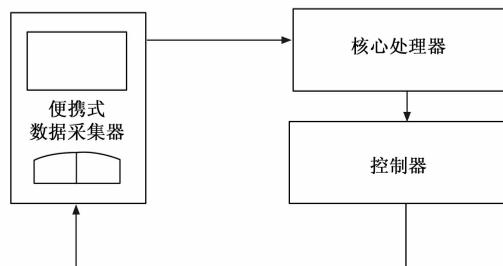


图 1 便携式数据采集器的数据传输控制系统总体结构图

收稿日期:2018-08-20; 修回日期:2018-09-14。

作者简介:钱 军(1976-),男,江西鹰潭人,工程师,主要从事电子政务方向的研究。

## 2 应用 FIFO 芯片为核心的数据传输控制系统的硬件设计

便携式数据信号采集器的数据传输控制系统的硬件分为 3 个模块：数据采集模块、数据处理模块、显示模块。采集模块拥有多个接受点，保证采集数据的完成采集，减少数据丢失，提高采集效率。应用 FPGA 转换器接口对数据进行采集，然后通过核心处理器对采集过数据进行处理，去除冗余数据。最后将处理好的数据给 DDR2 SDRAM 进行存储数据。这种采集、处理与显示分割独立的模式提高了数据传输控制系统的效率。其系统硬件结构如图 2 所示。

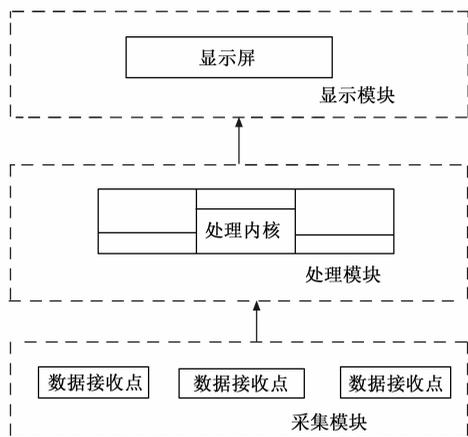


图 2 数据传输控制系统硬件结构

采集模块的节点传感器为单总线数字式传感器，具有三根外部引脚分别为数据输入、输出引脚和电源引脚。为保证电源系统的稳定性，数据采集模块分别采用了外接电源和内部寄生电源两种形式，允许的电压区间为 1.2~12 V。针对多通道数据并行传输的故障信号特点及节点传感器的工作范围，调整核心处理模块中微处理器芯片所需的电压及电流数值。对于采集模块中电源单元电压的信号而言，重点控制和调整的是电压变送的范围及高压值，需要保持单次电压输入的稳定性，以保证控制系统信号采集模块的正常工作。鉴于电源的输出信号稳定与否能够直接决定数据控制的精度，因此数据节点传感器的引脚直接与电源的输出端相连，电压的输出值也会影响电源单元输出的电流强度和效率，如果模块通道引脚输出电流信号，电流强度的调节可以采用增减高精度电阻的方式实现，电源的处理电路图，如图 3 所示。

在处理内核应用 FIFO 芯片，充分显示了 FIFO 芯片在高速系统中作为数据缓存的实用功能。使数据传输在容量、宽度、速度方面的提升，同时将无线收发通信技术和通用微处理器都集成于处理芯片之内，射频芯片的相关参数如表 1 所示。

便携式数据采集器的数据传输控制系统数据处理模块是整个硬件系统的核心组成部分，将会直接影响到对便携式

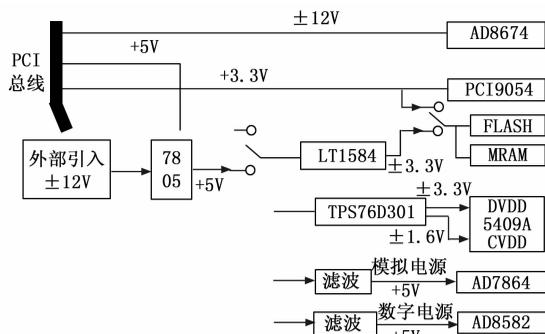


图 3 数据采集模块电源电路示意图

表 1 微处理器芯片参数表

项目	参数值
芯片型号	TIMSW452
MCU	64 位 32MHz
最大发射电流 ma	45
最大接收电流 ma	50
内存要求	96KROM,32KRAM

数据采集器的数据传输控制的性能。由于在控制过程中集成 FIFO 芯片的工作频率较高，通常会超过 2.6 GHz，因此对于接口 PCB 的负载能力和传输能力要求较高，接口的设计缺陷会对数据的管控产生不利影响，造成数据传输丢失现象的发生。为了减少对分布参数和其他平行节点的影响，本文基于 CC5480 的设计方案，提高了网络内其他成员节点强度的设计。而电路系统内的全部元器件，包括电感、电容及不同大小的电阻都采用优质贴片封装，提高元器件的散热性能，以保证动态控制系统的稳定性。在射频天线的选择方面选择尺寸小、性能有的种类，同时还要考虑到成本和兼容性的因素。

基于云计算平台中的分布模式，可以实现信号的实时传输与及时处理。核心处理模块中的通信单元在数据传输时，采用节点传输的方式，每一个通信单元都是一个簇首节点<sup>[8]</sup>，通信单元周围的通信节点都属于普通成员节点。在通信能力方面，簇首节点的表现更强，这种设计理念也决定了核心处理模块的数据控制和信号传输性能<sup>[9-10]</sup>。负责将数据采集模块内的通过数据接收点获得的信息传递到簇首节点，在由簇首节点实时地将采集到的数据信息传输到数据处理模块。

成员节点与簇首节点可以按照不同要求进行自身性能和参数的设计与调整，节点在不同的工作状态下电压和电流设计也略有不同，这种设计可以提高射频天线的数据传输性能。采集模块中的通信单元性能主要取决于簇首节点，除了将数据传输信息上传到处理模块，还兼顾了对通信单元内其他普通节点的管理，簇首节点具有远距离数据收发能力，内置功率放大器、转换器和交换开关，实现信号的差分传输与低功耗元器件的组网连接。在节点不同的工作模式下，可以通过调整电阻偏离值的方式，设定系统模

块所需要的工作电流大小，电阻值也能够与系统模块的天线电路相匹配，以提高通信控制信号输出质量。串行通信模块对于系统电源质量的要求更高，在设计中保持电源电压输出与电流输出的稳定性，并电流谐波及时地滤除，以减少对数据采集模块和射频数据处理模块的电磁干扰。采集模块的电力消耗加大，供电采用 20 V 电压供电，此外系统还配备了临时电源，以便电源发生故障时，能够保证系统维持一段时间的正常工作。接口与显示模块将信息采集模块和数据处理模块所获取的控制信息输出显示，以便工作人员能够及时地掌握多通道数据信息传输的基本状态，并做好预防性的维护措施。

基于云计算平台的分布式结构，设计了便携式数据采集器的数据传输控制系统的硬件结构，云计算技术又能够为控制系统提供强大的并行计算功能，保证设计采集模块与数据处理模块的正常、高效工作。依托于硬件的基础架构，本文在软件设计方面本文系统基于 IAR 环境，设计了一套完整的便携式数据采集器的数据传输控制软件设计流程。

### 3 应用 Zigbee 的数据采集系统的软件设计

#### 3.1 数据传输控制系统软件流程

IAR 是一种嵌入式系统开发软件工具，自带系统编程功能，而且还能够为不同的客户对象提供多样化的系统人机交互界面，便捷友好。在系统软件开发协议方面基于 OS 的可视化交互理念，构建了源于 Zigbee 的 Z-Stack 协议栈，并编制了相关的数据采集、处理、调用、添加及修改等执行程序，系统的总体工作流程图，如图 4 所示。

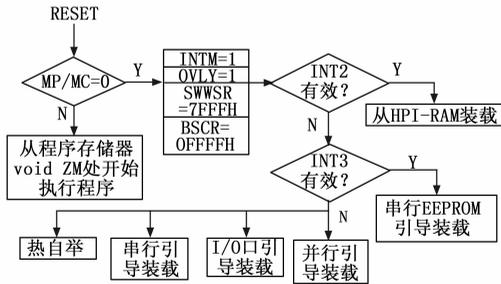


图 4 数据传输控制系统软件实现流程

便携式数据采集器的数据传输控制系统首先对各项参数进行初始化处理，判断给 MP/MC 是否为 0，不为零就从 void ZM 开始执行程序，为零则按照正常流程基于 Z-Stack 协议判断系统的电压电流是否符合软件需求，在检验系统电源的电压及电流情况后，对操作系统进行初始化处理，最后，调用控制层文件相关的程序如下：

```

osal_start_ZDAapp_inbit++
Int main(void * *)
{
.....
osal_system;// _start
osal_menms(taskEvents * *
unit task id=0
    
```

```

void HAL U0CSR index= uaitTx
while (! TXBY.....
U0CSR&.=
{.....
void ZM sendDATE Request sdtadd
start =af pdate
.....
    
```

在控制算法的选择方面选用了  $Top-k$  动态控制算法。 $Top-k$  动态控制算法的主要优势在于能够有效控制数据采集稳定性，定位追踪数据传输中数据发生拥塞或发生故障的具体位置，并相应地感知到位置的变化信息。 $Top-k$  动态控制算法基于云计算平台的并行分布式计算优势，在数据传输故障点位置定位方面精度较高，帮助用户实时预警，快速寻找到数据拥塞的准确位置。此外在针对恶意拦截数据等异常事件的识别方面， $Top-k$  控制算法为用户进一步的分析与决策提供了数据支撑，降低误判率和识别误差。在对数据传输控制过程的控制过程中，控制系统的网络开销和能效比是一个重要的衡量指标。系统在运行过程中会受到来自于外界环境噪声等因素的影响，用户很难获得精准的查询数据和结果，在实际的使用过程中给用户带来较大的不便。

#### 3.2 数据传输控制软件具体实现

$Top-k$  动态控制算法的基本思想是为实时的查询结果集合  $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  建立相对应的过滤器集合  $\{F_1, F_2, \dots, F_n\}$ ，当节点逐步超出了过滤器的半径范围之外，簇首节点就会向附近的普通节点发送相关的感知信息，以减少不必要的网络开销。 $Top-k$  动态控制算法致力于对便携式数据采集器的数据传输的准确性及系统本身的能耗，可以获取到最为近似的查询和控制结果，以降低通信的复杂性和网络开销。算法根据近似检测期望值的基本内涵去感知数据之间的相关性，并以最小的代价实现对数据传输过程的有效控制。设在  $t$  时刻传输数据的集合，可以表示为：

$$S_t = \{a_1(t), a_1(t), \dots, a_n(t)\} \quad (1)$$

集合中感知数据的基本排名方式可以定义为  $\gamma(x_i, S_t)$ ：

$$\gamma(x_i, S_t) : | \{i \mid a_i(t) \geq x_i\} | \quad (2)$$

那么此时基于  $Top-k$  动态控制算法获取的控制结果可以表示为  $Top(n, S_t)$ ，满足如下条件：

$$\begin{cases} Top(n, S_t) \subset S_t \\ | Top(n, S_t) | = n \\ \forall x \in Top(n, S_t), \forall y \in S_t, x > y \end{cases} \quad (3)$$

如果簇首节点的感知范围没有超出过滤器的最大限度，那么为了节省节点的能耗不用向普通节点发送感知信息，以获得最低的能耗损耗。为了提高对多通道数据传输的控制精度，降低过滤模型  $P\gamma(x_i, F_i)$  的控制失败概率，在节点之间信息传输中较大的阈值范围设定减少了控制失败的概率，此时设定最优的过滤器阈值模型，在节省节点能耗的同时，缩小了信息传输阈值的设定范围，最小阈值期

望表示为:

$$\min \sum a_n(t) \cdot P\gamma(x_i, F_i) + \sum F_n(t) \cdot P\gamma(y_i, F_i) \quad (4)$$

为了更灵活的控制便携式数据采集器的数据实时传输情况,  $Top-k$  动态控制算法基于感知数据的正向、负向扰动幅值而适度调整信息传输的阈值范围, 及控制失败的概率。多通道数据的正负扰动幅值  $\kappa^+(i)$  和  $\kappa^-(i)$  可以描述为:

$$\kappa^+(i) = \frac{\sum_{i=1}^l \Delta_i x_i}{\gamma(x_i, S_n)} \quad (5)$$

$$\kappa^-(i) = \frac{\sum_{i=1}^l \Delta_i x_i \cdot y_i}{\gamma(y_i, S_n)} \quad (6)$$

感知数据超出正常阈值范围的正向扰动和负向扰动分别表示为  $\kappa^+(i)$  和  $\kappa^-(i)$ , 那么基于  $Top-k$  动态控制算法的数据传输率表示为:

$$P\gamma(x_i, y_i, F_i) = \frac{\kappa^+(i)\gamma^+(i)}{F(n) - a_i(t_0)} + \frac{\kappa^-(i)\gamma^-(i)}{a_i(t_0)} \quad (7)$$

采用  $Top-k$  算法动态控制多通道数据传输的事件过程中, 模型可以感知到通信节点部署区域内数据的拥塞情况, 并预警管理者采取积极的调度机制, 平衡各通道内的数据分布。数据协调时可以充分利用云平台并行计算的能力, 感知节点半径内的恶意数据和拥塞位置, 并采取多跳传输的模式, 将实时的解决方案传输到工作节点。由于簇首节点的能耗节约问题是保证控制活动的重要环节之一, 因此需要实时注意关键节点的能耗, 降低控制过程的总体能耗及失败率。

便携式数据采集器的数据传输控制系统事件函数的调用要根据时间顺序, 调用函数还需要与基于 STM32 的手持式数据采集器, 并充分利用便携数据采集器的高效性和多通道的计算能力, 并实时更新以保证对数据采集器的数据传输控制。本文设计一种全新的便携式数据采集器的数据传输控制系统, 介绍了系统的基础硬件构成和各个模块的基本功能, 在软件实现流程方面基于  $Top-k$  动态控制算法提高节点信息的匹配效率, 降低了便携式数据采集器的数据传输过程中数据丢失情况。

## 4 实验部分

### 4.1 测试环境与资源配置

便携式数据采集器的数据传输控制系统的硬件测试环境, 包括联想计算机 20 台, CPU 为英特尔酷睿 i7、运行内存 8 G、机身存储 1T、操作系统 WINDOWS10、开发工具为 IAR 并基于 Z-Stack 软件协议, 仿真环境下的实验资源配置情况, 如表 2 所示。

将动态控制系统进行组网测试并基于 Z-Stack 协议确定节点间的从属关系。数据采集模块控制到数据传输的情况, 并将实时运行的具体情况传输到数据处理中心。测试了提出系统设计在数据传输过程中的数据丢失情况, 及对数据传输稳定性的情况。

表 2 动态控制系统资源配置表

序号	资源名称	配置	数量
1	数据控制平台	E350L	10
2	嗅探器软件版本	V2.0.1	1
3	TCU/UDP	V1.253	1
4	交换机负载	1000M	1
5	服务器	—	2
6	工作主机	—	20

### 4.2 实验结果与分析

为验证提出的便携式数据采集器的数据传输控制系统的性能, 将本文设计系统与传统设计的基于线性拓扑结构的系统进行性能对比。首先将全部的控制节点更新至 sink 节点, 观测不同阈值范围内及不同节点数量规模下, 两种控制系统的丢包率, 具体对比结果如图 5 和图 6 所示。

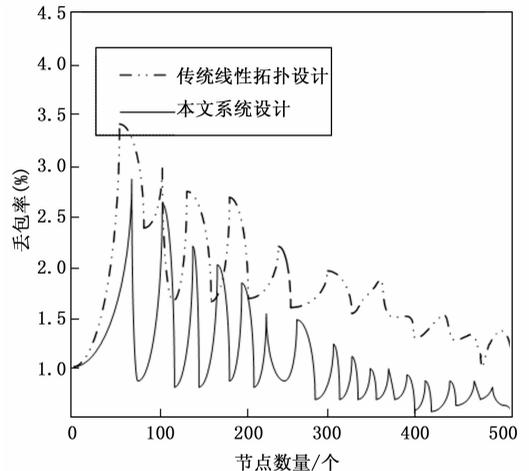


图 5 系统数据丢失与节点个数关系

第 1 组实验验证的是: 随着节点个数的增加, 不同数据传输控制系统对于数据传输过程中的网络数据丢失情况。两种控制系统设计的初始值相同, 当阈值增加到 45 时本文动态控制系统的传输量最大, 数据丢失情况最小, 而传统系统的数据丢失情况明显高于本文数据传输控制系统; 随着阈值范围的不断增加, 两种系统的数据传输量随之波动, 但本文系统的数据传输量一直高于传统系统, 数据传输效果一直高于传统系统, 因此可以得出便携式数据采集器的数据传输控制系统在数据传输过程中减少数据丢失情况有重要作用。

第 2 组实验测试在网络节点规模不断增加的情况下, 传统系统收集到的数据传输效率与本文系统收集到的数据传输效率进行对比。由图 6 可知, 随着节点数的增加, 本文系统收集到的数据一直高于传统系统, 当节点数据为 40 时, 文中设计的系统收集数据效率最高, 受到拦截影响最小; 继续进行 5 组数据传输对比实验, 研究两种系统下对于恶意拦截数据的控制准确率, 准确率的计算方法为攻击

识别次数比上总控制次数，仿真实验数据统计如表 3 所示。

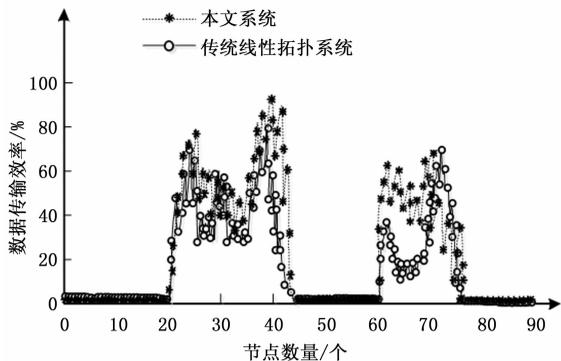


图 6 不同数据传输控制系统的的天数据传输情况

表 3 数据传输的准确度

实验次数	数据传输的制准确率%	
	基于线性拓扑结构系统设计	本文系统
1	92.32	98.21
2	93.61	100
3	88.21	99.23
4	89.14	98.54
5	91.25	98.63
平均值	90.91	98.92

上文 5 组实验结果表明文中设计的数据传输控制系统，在针对数据传输过程中的冗余数据过多时，具有较高的准确率，平均值能够达到 98.92%，可以有效保证数据传输过程中的安全性。综上所述，实验结果证明了便携式数据采集器的数据传输控制系统的有效性和实用性。

### 5 结束语

便携式数据采集器主要负责对数据进行采集，在整个传输控制系统中起到了桥梁和纽带的作用。为提高网络的综合负载能力及数据传输的安全性，目前网络数据信息传

(上接第 111 页)

#### 参考文献:

[1] 吴红星, 赵凯岐, 王胜劲, 等. 一种新型混合励磁开关磁阻电机 [J]. 电工技术学报, 2013, 28 (7): 56-63.

[2] 张正苏. 基于最优开通角的开关磁阻电机调速系统建模与仿真 [J]. 黑龙江工程学院学报, 2015, 29 (4): 37-42.

[3] 宋建成, 郑建斌, 曲兵妮, 等. 开关磁阻电机的最小二乘支持向量机建模与仿真 [J]. 电机与控制学报, 2013, 30 (12): 1630-1640

[4] 韩京清. 非线性状态误差反馈控制律——NLSEF [J]. 控制与决策, 1995 (3): 221-225+231.

[5] 袁东, 马晓军, 曾庆含, 等. 二阶系统线性自抗扰控制器频带特性与参数配置研究 [J]. 控制理论与应用, 2013, 30 (12): 1630-1640.

[6] 沈本泉, 郑永坤. 开关磁阻电机位置检测电路的设计 [J]. 智能机器人, 2016 (6): 46-48.

输大都采用传输的模式。数据传输系统接口与信息采集系统的对应接口对接，依据数据分析处理的要求，对采集到的原始数据降噪及预处理，并按照一定方式和规则输入最终的数据处理中心。便携式数据采集器的数据传输控制系统可以提高网络性能、降低网络节点能耗及网络开销，但在数据传输中以受到恶意网络数据的攻击，各通道之间也存在数据分配不均衡的现状。本文设计了一种便携式数据采集器的数据传输控制系统，详尽阐述了系统的硬件构成及软件功能，验证了文中系统的具体作用。实验结果说明，设计的系统可以有效提高数据传输的安全性，提高数据运行效率。

#### 参考文献:

[1] 张弓. 基于 STM32 的手持式数据采集器系统设计 [J]. 软件导刊, 2016, 15 (7): 89-91.

[2] 解永生. 便携式动态心电图信号数据采集器的设计 [J]. 电子技术应用, 2000, 15 (2): 10-12.

[3] 曾孝平, 吴建军. 基于 GPRS 无线传输的数据采集器设计 [J]. 自动化与仪器仪表, 2009 (4): 28-29.

[4] 韩华, 刘海宽, 刘志伟. 便携式多参数数据采集器的设计 [J]. 佳木斯大学学报 (自然科学版), 2002, 20 (2): 198-199.

[5] 张珂. 一种便携式高速数据采集器的研究实现 [J]. 微计算机信息, 2012 (10): 216-217.

[6] 王希林, 王晓荣, 陆志峰, 等. 基于 Cortex-M3 的矿用便携高速红外数据采集器设计 [J]. 仪表技术与传感器, 2015 (3): 30-32.

[7] 王鹏, 王文庆. 基于 3G 的能耗数据采集器设计 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 23 (12): 4202-4206.

[8] 李春春, 季振山, 张祖超, 等. 便携式多通道数据采集系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 23 (7): 2492-2494.

[9] 王春友, 连光耀, 王振生, 等. 便携式电路板自动测试系统的设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2009, 17 (12): 2407-2409.

[10] 朱洪波, 杨光晨, 杨鹏, 等. 便携式实时心电监护分析系统的设计 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (7): 2015-2017.

[7] 韩京清. 从 PID 技术到“自抗扰控制”技术 [J]. 控制工程, 2002 (3): 13-18.

[8] 许爱德, 樊印海, 李自强. 基于 GA-ANFIS 的开关磁阻电机建模 [J]. 电机与控制学报, 2011, 15 (7): 54-59.

[9] Gao Z Q. Scaling and bandwidth-parameterization based on control tuning [A]. Proceedings of the American Control Conference [C]. Denver, Colorado: IEEE, 2003: 4989-4999.

[10] 沈德明, 姚冰, 祖利辉, 等. 基于线性自抗扰控制技术的 PMSM 仿真研究 [J]. 控制工程, 2016, 23 (S1): 51-55.

[11] 李海生, 朱学峰. 自抗扰控制器参数整定与优化方法研究 [J]. 控制工程, 2004, 11 (5): 419-423.

[12] Yoo D, Yau S S T, Gao Z. Optimal fast tracking observer bandwidth of the linear extended state observer [J]. International Journal of Control, 2007, 80 (1): 102-111.

[13] 李述清, 张胜修, 刘毅男, 等. 根据系统时间尺度整定自抗扰控制器参数 [J]. 控制理论与应用, 2012, 29 (1): 125-129.